



UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

**Evaluación del rendimiento y comportamiento de tres variedades de
sandía (*Citrullus lanatus*) en la comunidad Las Casitas, Santa Rosa, El
Oro**

Tesis previa a la obtención del título de:

Ingeniero Agrónomo

Autor:

David Ignacio Arias Ochoa

Directora:

Ing. Paulina Villena M. Sc.

Cuenca - Ecuador

2014



RESUMEN

La presente investigación permitió evaluar el comportamiento y rendimiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) en una producción orgánica, determinando la variedad más promisoría que garantice la producción de alimentos sanos, sin alterar el ecosistema. En la provincia de El Oro, cantón Santa Rosa está la comunidad Las Casitas, la cual tiene como principal actividad productiva la pesca artesanal a la que se dedican pocos jefes de familia, ya que la mayor parte de la población son migrantes itinerantes. Se ha tratado de buscar una alternativa de actividad productiva para incentivar el retorno de los pobladores, planteando la producción de sandía orgánica. La investigación se llevó a cabo en una parcela de 500m², utilizando un Diseño Experimental de Bloques al Azar con 3 tratamientos y 5 repeticiones, evaluando 36 plantas por cada repetición. Las variables analizadas fueron cuantitativas y cualitativas del cultivo y del fruto. Las variedades estudiadas fueron Charleston Gray, Crimson Sweet, y Sugar Baby. La variedad más promisoría resultó ser Crimson Sweet con una producción de 26.5 toneladas por hectárea, ubicándose encima de la media de producción nacional. Del análisis cromatográfico se obtuvieron diferencias cualitativas de suelo y fruto entre cultivos orgánicos versus convencionales.

Palabras clave: variedades de sandía, producción orgánica, cromatografía, caracterización.



ABSTRACT

This research allowed us to evaluate the behavior and performance of three varieties of watermelon (*Citrullus lanatus*) in organic production , determining the most promising variety to ensure the production of healthy food , without altering the ecosystem. In the province of El Oro, Santa Rosa there is Las Casitas community , which has artisanal fisheries as main activity, to which few householders are engaged , since most of the population are emigrants. it has been trying to find a different but productive activity to encourage the emigrants to return , raising the production of organic watermelon. The investigation was carried out on a plot of 500m ², using an experimental design with random blocks with 3 treatments and 5 replicates , evaluating 36 plants in each repetition. The analyzed variables were quantitative and qualitative of the crop and the fruit. The varieties studied were Charleston Gray, Crimson Sweet and Sugar Baby. The most promising variety proved to be Crimson Sweet with a production of 26.5 tonnes per hectare , ranking above the average national production. Chromatographic analysis of soil and qualitative differences between organic versus conventional fruit and crops were obtained.

Keywords: varieties of watermelon , organic production, chromatography , characterization



ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	1
ABSTRACT.....	2
1. INTRODUCCIÓN	15
2. JUSTIFICACIÓN	17
3. OBJETIVOS	18
3.1 Objetivo general.....	18
3.2 Objetivos específicos.....	18
3.3 Hipótesis.....	18
4. REVISIÓN DE LITERATURA	19
4.1 Sandía	19
4.1.1 Taxonomía	19
4.1.2 Generalidades	19
4.1.3 Requerimientos nutricionales	19
4.1.4 Fisiología de la planta	20
4.1.5 Germinación.....	20
4.1.6 Crecimiento vegetativo	20
4.1.7 Floración.....	20
4.1.8 Fructificación	21
4.1.9 Maduración.....	21
4.2 Variedades en estudio	22
4.3 Descriptores para la caracterización de sandía.....	24
4.4.1 Descriptores morfológicos de la sandía	24
4.4.2 Descriptores agronómicos de la sandía	26
4.5 Cultivos orgánicos.....	27
4.5.1 Definición.....	27
4.6 Manejo del cultivo orgánico de sandía	28



4.6.1	Producción de plántulas	28
4.6.2	Trasplante	28
4.6.3	Distancia de siembra	28
4.6.4	Suelo.....	28
4.6.5	Abonos orgánicos fermentados.....	28
4.6.6	Polinización	30
4.6.7	Malezas plagas y enfermedades	30
4.6.8	Riego.....	33
4.6.9	Floración y fructificación	33
4.6.10	Cosecha	33
4.7	Análisis de cromatografía.....	34
4.7.1	Historia	34
4.8	Interpretación de los análisis cromatográficos	36
4.8.1	Zona central	36
4.8.2	Zona interna.....	38
4.8.3	Zona intermedia	40
4.8.4	Zona externa.....	41
5.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	44
5.1	Materiales.....	44
5.1.1	Materiales físicos	44
5.1.2	Materiales de campo para la cromatografía	45
5.1.3	Materiales de laboratorio para cromatografía	45
5.1.4	Materiales biológicos	46
5.1.5	Materiales químicos	46
5.2	Métodos	47
5.2.1	Área de estudio	47



5.2.2	Descripción del lugar de investigación.....	47
5.2.3	Ubicación geográfica.....	48
5.2.4	Establecimiento del cultivo orgánico de sandía.....	49
5.2.5	Metodología de la cromatografía.....	60
6.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	68
6.1.	Variable descriptiva cuantitativa de germinación	68
6.2	Resultados obtenidos del ADEVA en las variables descriptivas cuantitativas	70
6.3	Variables descriptivas cualitativas	80
6.4	Evaluación de rendimiento de cada una de las variedades.....	84
6.5	Socialización con la comunidad.....	86
6.6	Resultados cromatográficos.....	87
7.	CONCLUSIONES	93
8.	RECOMENDACIONES	94
9.	BIBLIOGRAFÍA	95
10.	ANEXOS	99



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Extracción de nutrientes para el cultivo de sandía durante el ciclo el ciclo, para una producción de 50-60 toneladas.....	20
Figura 2. Variedad Charleston Gray	22
Figura 3. Variedad Crimson Sweet.....	23
Figura 4. Variedad Sugar Baby	23
Figura 5.Ciclo de vida del pulgón	31
Figura 6.Ciclo de vida de la cenicilla.....	32
Figura 7. Identificación esquemática de las principales zonas de un cromatograma y sinónimos	36
Figura 8. Evolución de la zona central de tres cromatogramas de acuerdo con su coloración	37
Figura 9. Cromatograma de zona interna.....	38
Figura 10. Cromatograma de un suelo destruido por la agricultura convencional	39
Figura 11. Cromatograma de un suelo sano.....	39
Figura 12. Cromatograma de un suelo manejado convencionalmente en un cultivo de mango	40
Figura 13. Cromatograma de un abono orgánico en proceso, elaborado con gallinaza	40
Figura 14. Seis características diferentes de la terminación de los dientes de un cromatograma.....	41
Figura 15. Desarrollo radial ideal.....	42
Figura 16. Trama radial ideal.....	42
Figura 17. Patrón de colores para el análisis cromatográfico de suelos.....	43
Figura 18. Imagen satelital	47
Figura 19. Cubetas de germinación.....	49
Figura 20. Producción de plántulas.....	49
Figura 21. Delimitación de la parcela experimental	50
Figura 22. Planta trasplantada	51
Figura 23. Tutorado de las guías principales	51
Figura 24. Etiquetado y colocación de cintas de colores	52
Figura 25. Recolección de datos	52



Figura 26. Hojas arrosadas por ataque de pulgón	53
Figura 27. Control con caldo jabón ceniza	54
Figura 28. Preparación de bocashi.....	56
Figura 29. Pesaje y medición de frutos	58
Figura 30. Pesaje y medición de semillas	59
Figura 31. Medición de pH y grados brix	59
Figura 32. Pesaje de la pulpa	60
Figura 33. Preparación de soluciones.....	62
Figura 34. Impregnación del nitrato de plata	64
Figura 35. Impregnación de parafina.....	65
Figura 36. Desarrollo germinativo	69
Figura 37. Variables cuantitativas longitud, diámetro y peso del fruto	71
Figura 38. Variables cuantitativas: peso de la semilla total del fruto, peso de cien semillas y tamaño de la semilla en largo y ancho	73
Figura 39. Variables cuantitativas número de hojas, largo y ancho de la hoja y altura de la planta	75
Figura 40. Variables cuantitativas: número de guías y tamaño de las guías a los 30, 60 y 90 días	76
Figura 41. Variables cuantitativas: largo y ancho de la hoja y número de frutos	78
Figura 42. Forma del fruto.....	80
Figura 43. Color de piel	81
Figura 44. Color de la carne	81
Figura 45. Color de la semilla	82
Figura 46. Intensidad del color de la semilla	82
Figura 47. Porcentaje de rentabilidad	86
Figura 48. Socialización del ensayo experimental con la comunidad Las Casitas	86
Figura 49. Cromatograma del suelo de Las Casitas antes del cultivo	87
Figura 50. Cromatograma suelo de Las Casitas después del cultivo	89
Figura 51. Cromatograma de la corteza de sandía orgánica Charleston Gray	91
Figura 52. Cromatograma de la corteza de sandía convencional Charleston Gray	91
Figura 53. Cromatograma de la pulpa de sandía orgánica Charleston Gray	92



Figura 54. Cromatograma de la pulpa de sandía convencional Charleston Gray	92
Figura 55. Gráfico de precipitación del último año en la estación La Cuca	99
Figura 56. Rendimiento kg/ha y valor del rendimiento ha	109



ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Kc del cultivo de sandía.....	33
Cuadro 2. Variable de germinación.....	68
Cuadro 3. ADEVA de las variables cuantitativas: longitud, diámetro y peso del fruto.....	70
Cuadro 4. ADEVA de las variables cuantitativas: peso en gramos de la semilla total del fruto, peso de 100 semillas, largo y ancho de la semilla.....	72
Cuadro 5. ADEVA de las variables cuantitativas: número de hojas por planta, largo y ancho de la hoja y altura de la planta.....	74
Cuadro 6. ADEVA de las variables cuantitativas: número de guías y tamaño de la guías a los 30, 60 y 90 días de la siembra.....	75
Cuadro 7. ADEVA de las variables: largo y ancho de la hoja a los 90 días de la siembra y número de frutos.....	77
Cuadro 8 : ADEVA de las variables cuantitativas: grados brix y pH de los frutos.....	78
Cuadro 9: Variable cuantitativa espesor de la corteza.....	79
Cuadro 10. Evaluación del rendimiento de la variable peso del fruto.....	84
Cuadro 11. Rendimiento del cultivo de sandía kg/ha.....	85
Cuadro 12. Contenido de nutrientes del bocashi.....	100
Cuadro 13. Ficha de datos.....	101
Cuadro 14. Promedio de los tratamientos.....	102
Cuadro 15. Promedio de los tratamientos.....	103
Cuadro 16. Prueba de homogeneidad de varianzas.....	104
Cuadro 17. Prueba de significancia.....	105
Cuadro 18 Cuadro de ADEVA univariante.....	106
Cuadro 19. Análisis costo/beneficio.....	108
Cuadro 20. Materiales directos.....	108
Cuadro 21. Mano de obra.....	109



INDICE DE ANEXOS

Anexos 1. Datos de la precipitación en la estación La Cuca	99
Anexo 2. Contenido de nutrientes del bocashi	100
Anexo 3. Hoja de recolección de datos	101
Anexo 4. Estadística	102
Anexo 5. Homogeneidad de varianzas.....	104
Anexo 6. Prueba de significancia	105
Anexo 7. Analisis de ADEVA.	106
Anexo 8. Análisis económico	108
Anexo 9. Rendimiento por hectárea	109



Yo, **David Ignacio Arias Ochoa**, autor de la tesis **Evaluación del rendimiento y comportamiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) en la comunidad “Las Casitas” Santa Rosa El Oro**, declaro que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad del autor.

Cuenca, Abril del 2014

David Ignacio Arias Ochoa
1721701033



Yo, **David Ignacio Arias Ochoa**, autor de la tesis **Evaluación del rendimiento y comportamiento de tres variedades de sandía (*Citrullus lanatus*) en la comunidad “Las Casitas” Santa Rosa El Oro**, reconozco y acepto el derecho de la Universidad de Cuenca, en base al Art. 5 literal c) de su Reglamento de Propiedad Intelectual, de publicar este trabajo por cualquier medio conocido o por conocer, al ser este requisito para la obtención de mi título de **INGENIERO AGRÓNOMO**. El uso que la Universidad de Cuenca hiciere de este trabajo, no implicará afectación alguna de mis derechos morales o patrimoniales como autor.

Cuenca, Abril del 2014

David Ignacio Arias Ochoa
1721701033



DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a la tierra, que ha sido la que nos ha dado tanto y ha recibido tan poco, al campesino productor que día a día con su sudor y sacrificio pone el alimento en nuestras mesas.

A mis padres que con su ejemplo de trabajo, constancia, dedicación y amor a la familia, son los pilares fundamentales de mi vida.

A mis hermanos con los cuales hemos compartido victorias y derrotas, alegrías y tristezas, motores principales para cumplir una meta más.

A mis sobrinos que han sido motivo de inspiración para poder culminar este trabajo y poder compartir con ellos la etapa más linda de su vida.

A mis primos y amigos que más que nada se convirtieron en hermanos, dándome su apoyo incondicional.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por haberme obsequiado la vida y a la Virgen del Rosario de Nabón que me cubre con su manto bendito.

A la vida por haberme permitido tener experiencias únicas en la trayectoria universitaria, poniendo en mi camino personas que inculcaron valores y ejemplos de amistad y rectitud.

Un agradecimiento especial a María Teresita Ramón, Lourdes Díaz y Francisco Abad quienes han sido un apoyo incondicional para la culminación de este trabajo.

Un agradecimiento sincero a la comunidad de Las Casitas por haberme permitido formar parte de ella y sentirme un miembro más, en especial a la familia Suárez Román que con su generosidad y cariño que los caracteriza, ayudaron a realizar este trabajo.

Finalmente expreso mi gratitud a mi abuelo Manuel Arias quien fue la fuente de inspiración para esta investigación.



1. INTRODUCCIÓN

Siendo el Ecuador un país privilegiado por su ubicación, dispone de excepcionales condiciones ecológicas, un clima invaluable y tierras fértiles para el desarrollo de actividades agropecuarias. Se lo cataloga como un país productor de frutas tropicales y la sandía se ha identificado como un producto novedoso. Según FAO 2005, la producción de sandía en el Ecuador se ha incrementado en un 22.5% promedio anual, durante los últimos cinco años, teniendo una gran aceptación en mercados extranjeros, elevando así el potencial para su expansión.

Las principales variedades de sandía cultivadas en el Ecuador son: Sugar Baby, Perla Negra F1, Polonia F1, Sugar dool F1, Yellow dow F1, Dulce de América, Crimsoon Sweet, Imperial F1, Fair Fax, Congo y Charleston Gray; cultivadas convencionalmente a campo abierto, con uso indiscriminado de agroquímicos, haciendo al cultivo más susceptible a plagas y enfermedades, alcanzando cada vez más resistencia a los agroquímicos y elevando los costos de producción. (Alomia J, 2006).

Alternativamente los sistemas agrícolas sustentables permiten satisfacer las necesidades humanas modernas y están encausados a mantener los bienes y servicios, respetando y conservando los sistemas productivos, respondiendo a las exigencias sociales y ambientales (Oberti, A, Moccia, S. y Chiesa, A. 2007).

La estrategia de desarrollo agrícola sustentable debe estar basada en principios agroecológicos, que permitan involucrar una mayor participación y difusión de tecnologías. Está fundada sobre conocimientos indígenas y tecnologías modernas de bajos insumos, este sistema incorpora principios biológicos y recursos locales, proporcionando a los pequeños agricultores una forma ambiental sólida y rentable de intensificar la producción en áreas marginales, pero la problemática principal no es lograr el rendimiento al máximo, sino una estabilización a largo plazo (Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. 1999).



Actualmente se están implementando varias herramientas técnicas, que permiten determinar las diferencias de calidad de cultivo en condiciones orgánicas versus convencionales, siendo los análisis cromatográficos una herramienta que facilita la verificación de la calidad de los abonos, biofertilizantes y cultivos. Se recomienda el constante seguimiento personalizado, visual y cromatográfico de todas las actividades (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2011).

“En suelo sano-planta sana-hombre sano” (Francis Chaboussou, 2006).



2. JUSTIFICACIÓN

El cultivo de sandía se ha expandido en la última década, así lo demuestran los datos proporcionados por el Tercer Censo Agropecuario, en el Ecuador se sembraron 1.905 ha de sandía, en 1.788 unidades de producción agropecuarias (UPAs.), con una producción de 25.818 tm. La provincia con mayor superficie cultivada de sandía es Guayas con 49%, en segundo lugar Manabí con 44%, Los Ríos y Galápagos con 3% y 1% respectivamente y otras con 3% (Sica, 2009)

La presente investigación aporta científicamente al evaluar el comportamiento de las variedades comerciales de la zona y su adaptabilidad, permite recomendar la variedad promisorio, como alternativa sustentable a los agricultores de la comunidad Las Casitas; además, el establecimiento de cultivos orgánicos garantiza la producción de alimentos sanos, sin alterar al ecosistema.

Desde el valor teórico aporta para los docentes, estudiantes y productores nuevos conocimientos sobre el cultivo en estudio y genera nuevas recomendaciones para el futuro.

La actual Constitución, en el Capítulo Segundo, Art.- 13, expresa el derecho que tienen las personas y colectividades a tener seguridad alimentaria, para lo cual se requiere producir suficiente alimento sano y de calidad, sea agrícola o pecuario, lo que obliga al productor que ejecute las buenas prácticas culturales para obtener el alimento que diariamente consumimos.

“Que tu alimento sea tu medicina y tu medicina tu alimento” (Hipócrates).



3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar el comportamiento de tres variedades de sandía, mediante la caracterización y evaluación de rendimientos, para recomendar la variedad más promisorio, brindando una alternativa socio económica para los habitantes de la comunidad de Las Casitas, Santa Rosa, el Oro.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar las variedades: Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby.
- Evaluar el rendimiento de cada una de las variedades.
- Establecer mediante cromatografía las diferencias cualitativas en muestras de suelo antes y después de la aplicación del bocashi y en frutas de los tratamientos convencionales y orgánicos.
- Socializar los resultados de la investigación en un día de campo.

3.3 Hipótesis

Ha: El comportamiento de las tres variedades es diferente.



4. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1 Sandía

4.1.1 Taxonomía

Reino: Planthae

División: Magnoliophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Cucurbitales

Familia: *Cucurbitaceae*

Género: *Citrullus lanatus* (Rivas, K. 2012).

4.1.2 Generalidades

La sandía es originaria de países del África tropical y su cultivo se remonta desde hace siglos a la ribera del Nilo, desde donde se extendió a numerosas regiones bañadas por el mar Mediterráneo. Los europeos la llevaron hasta América, donde su cultivo se extendió por todo el continente (Zeven, A. C. y Wet, J. M. J. 1982).

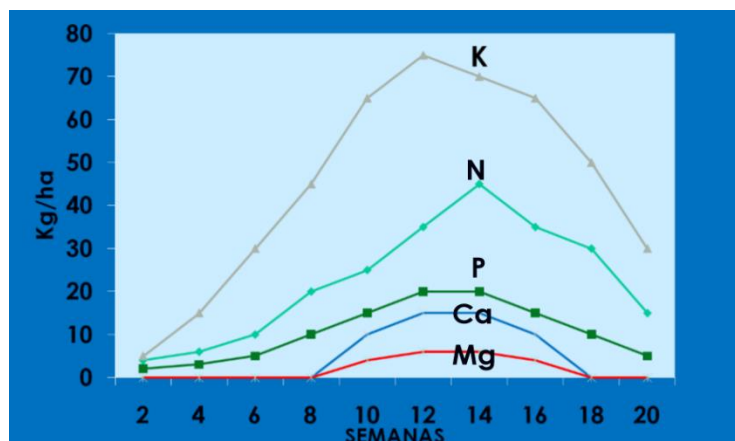
4.1.3 Requerimientos nutricionales

Cuadro 1. Niveles promedio de nutrientes (en mg/l) en la solución de suelos recomendados para melón y sandía

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor
N	168-210	Fe	3-5
P	31-39	Zn	0,05
K	273-341	Cu	0,025
Ca	180-225	B	0,5
Mg	48-60	Mo	2,0-2,5
s	112-140	CE(ds m ⁻¹)	5,5-6,5
Mn	0,5	PH	

Fuente: (García, S. 2009).

Figura 1. Extracción de nutrientes para el cultivo de sandía durante el ciclo el ciclo, para una producción de 50-60 toneladas



Fuente: (García, S. 2009).

4.1.4 Fisiología de la planta

4.1.5. Germinación

Es un proceso complejo en el que se distinguen tres fases, la de hidratación, la de germinación estricta y la de crecimiento. Los cultivares de *Citrullus lanatus* no presentan latencia seminal, si las semillas están inmaduras se retrasa la germinación. Sobre la germinación inciden factores como humedad y aireación, así como el rango térmico de 25-35 °C, a temperaturas próximas a 30 °C la germinación es más rápida (Guía técnica para el cultivo de sandía 2001).

4.1.6 Crecimiento vegetativo

El crecimiento monopodial se realiza durante todo el cultivo (Enciclopedia terranova 2001)

4.1.7 Floración

La sandía es una planta monoica, en la misma planta existen flores masculinas y femeninas, por separado. Las flores se originan en la parte de debajo de la inserción de las hojas, principalmente en las ramificaciones (Guía técnica para el cultivo de sandía 2001). Las primeras flores en aparecer son las masculinas,



coexistiendo los dos sexos en una misma planta, pero en flores distintas (flores unisexuales); las flores masculinas disponen de ocho estambres que forman cuatro grupos soldados por sus filamentos (Guía técnica para el cultivo de sandía 2001).

4.1.8 Fructificación

No todas las flores desarrollan frutos o cuajan. El término cuajado indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto. Existe una correlación negativa entre el número de frutos en desarrollo y el cuajado de nuevas flores. Entre los factores exógenos, la reducción de la intensidad luminosa reduce el porcentaje de cuajado, el factor externo más importante es la temperatura. A temperaturas diurnas superiores a 30 °C el cuajado es muy escaso, aumentando este a medida que la temperatura baja, hasta un óptimo de 20 °C. Cuando la temperatura es menor de 10 °C durante la floración, la fructificación, si se produce, es partenocárpica y los frutos, así formados, son de pequeño tamaño y sin semillas. Una planta joven sometida durante la noche a una temperatura de 12 °C produce un mayor número de flores que cuando es sometida a temperaturas nocturnas de 18 °C, las bajas temperaturas nocturnas (8-10 °C) reducen la viabilidad del polen, pero favorecen la formación de frutos partenocárpicos (Alvarado, P. 2008).

4.1.9 Maduración

La madurez fisiológica alcanza cuando el fruto está verde y cambia a otra tonalidad de verde más brillante. Durante la maduración del fruto se producen cambios cuantitativos-cualitativos en peso, color, sabor, textura y olor.

Un factor decisivo en la maduración es la temperatura, siendo necesarias temperaturas entre 15-35 °C para una adecuada maduración (Alvarado, P. 2008).

4.2 Variedades en estudio

Variedad Charleston Gray: Posee polinización abierta, con un ciclo de vida de 80 a 90 días, tolerante a antracnosis y tolerancia moderada a Fusarium. Se adapta a climas áridos y tropicales, los frutos son alargados, con extremos redondeados; la epidermis es grisácea, con un reticulado fino de color verde; la pulpa es roja brillante, dulce y de buen sabor y las semillas son oscuras. El peso oscila entre 28 a 35 libras y es resistente al transporte (INIFAP 2006)



Figura 2. Variedad Charleston Gray

Fuente: Arias, D. 2013

Variedad Crimson Sweet: Presenta frutos oblongos, de tamaños y pesos medianos, el color de la cáscara es verde claro, con venas verde oscuro y la pulpa es de color rojo con escasas semillas. Esta variedad tiene gran demanda en el mercado norteamericano por las características del tamaño del fruto. (INIFAP 2006)



Figura 3. Variedad Crimson Sweet.

Fuente: Arias, D. 2013

Tipo Sugar Baby: Son variedades de frutos redondos, de 7" a 8" de diámetro con un peso promedio de 8 a 10 lb; su cáscara es de color verde muy oscuro, delgada, dura y firme; la pulpa es de color rojo mediano, firme, dulce y de textura fina, con relativamente pocas semillas, muy pequeñas y muy oscuras. Bajo las condiciones locales se comporta como un cultivar precoz y con poco desarrollo de área foliar, situación que puede provocar manchas de sol en los frutos. (INIFAP 2006)



Figura 4. Variedad Sugar Baby

Fuente: Arias, D. 2013



4.3 Descriptores para la caracterización de sandía

El INIA (1998) menciona que según la naturaleza de la variedad, los descriptores se podrían clasificar en:

- Cualitativos objetivos: referidos a características claramente contrastables como el tipo de crecimiento, forma de las hojas, de frutos y otras características particularidades de cada variedad.
- Cualitativos subjetivos: ligados a una escala de percepciones como: color de la pulpa, forma del fruto, color de las semillas y forma de las semillas.
- Cuantitativos: características físicamente medibles como peso, tamaño, pH, grados brix y peso de las semillas.

Seleccionados los descriptores se elabora una ficha de campo para facilitar la toma de datos. En éstas fichas se registran tanto las características morfológicas, como las características agronómicas, definiéndose éstas como de especial interés comercial o agronómico.

Los datos recolectados son analizados para determinar resultados y conclusiones que permiten establecer diferencias entre las distintas variedades.

4.4.1 Descriptores morfológicos de la sandía

Forma del fruto

Se determina en una muestra de 10 frutos de cada variedad, clasificado según los seis tipos definidos:

- Redondo
- Oval
- Elíptico
- Aperado
- Deforme



Color de la piel

Se determina el color que predomina en la piel de 10 frutos de cada variedad, según la siguiente clasificación

- Verde oscuro
- Verde medio/claro
- Verde medio/oscuro
- Verde claro
- Verde medio
- Verde claro (blanco)

Al observar un fruto rayado, se indica los colores predominantes de su piel.

Manchas en la piel

Hace referencia a la presencia o ausencia de otras tonalidades diferentes del color predominante, como rayados, reticulados u otras manchas.

Color de la zona cortical

Se denomina corteza a la zona interna de la piel en contacto con la pulpa, que difiere en estructura y color a la carne madura del fruto; se toma una muestra de 10 frutos maduros. En caso de que haya algún fruto inmaduro, se especificará. Se diferencian los siguientes colores:

- Verde
- Blanco

Espesor de la corteza

Determinada por su parte más estrecha, se mide desde la zona exterior del fruto hasta la parte comestible, en una muestra de 10 frutos.



Color de la carne

Se describe el color de la parte comestible del fruto, en una muestra de 10 frutos, considerando los colores:

- Rojo
- Rosado

Eventualmente pueden aparecer tonalidades suaves de color anaranjado o amarillento.

4.4.2 Descriptores agronómicos de la sandía

El INIA (1998) menciona que los descriptores agronómicos son:

Longitud del fruto

Se mide la longitud del fruto desde la cicatriz peduncular hasta la cicatriz estilar, en una muestra de diez frutos.

Diámetro del fruto

Se mide el diámetro en una muestra de 10 frutos.

Color de las semillas

Se determina el color de la semilla con el fruto recién abierto, en función de una escala de tres valores:

- Negra
- Marrón claro-oscuro
- Marrón – rojiza

Intensidad del color de la semilla

Se determina la intensidad del color de la semilla en la siguiente escala:

- Débil
- Medio



- Fuerte

Longitud de la semilla

Se mide la longitud de las semillas en una muestra de 100 semillas de 10 frutos maduros.

Peso de la semilla

Semilla/fruto (g)

Se pesa la cantidad de semillas recolectadas de cada uno de los diez frutos maduros de la muestra.

Peso de cien semillas

Se recolecta cien semillas de los frutos seleccionados y se las pesa.

Sólidos solubles

Se determina en una muestra de una gota de jugo de la carne de la zona ecuatorial, utilizando un refractómetro de campo que mide en grados Brix (INIA 1998).

4.5 Cultivos orgánicos

4.5.1 Definición

Son los cultivos obtenidos por métodos de producción de alimentos, pura y exclusivamente naturales. Estos métodos no solo son beneficiosos para el alimento, sino que además beneficia al medio ambiente, evitando contaminar y permitiendo la regeneración del suelo. Además, los cultivos orgánicos en muchas oportunidades mantienen los nutrientes esenciales de su naturaleza, elementos que en muchos casos se perdieron con la manipulación genética o la utilización de agroquímicos (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2011).



4.6 Manejo del cultivo orgánico de sandía

4.6.1 Producción de plántulas

Las semillas de sandía se pueden sembrar al golpe o a chorro, se les cubre con una capa de dos a tres centímetros de sustrato, a tres cm de distancia entre ellas, para evitar competencia por luz y facilitar el entresaque de plántulas (Alvarado P. 2008).

4.6.2 Trasplante

El trasplante se realiza cuando la planta alcanza alrededor de 10 a 12 centímetros de altura y de dos a tres hojas; de preferencia en las primeras horas de la mañana, en suelo con suficiente humedad y aplicar riego inmediatamente después del trasplante. La temperatura ambiental ideal al momento del trasplante debe oscilar entre 22 y 24 °C en días soleados y de 18 a 20 °C en días nublados. La humedad relativa no debe superar el 65%, la profundidad de siembra es de 15 centímetros (Matamoras, A. 1993).

4.6.3 Distancia de siembra

De acuerdo al desarrollo promedio de la planta, se recomienda usar una distancia de 4m x 1m (Matamoras, A. 1993).

4.6.4 Suelo

La planta de sandía se desarrolla mejor y produce buenas cosechas en suelos areno-limosos que faciliten el desarrollo del sistema radicular (Matamoras, A. 1993).

4.6.5 Abonos orgánicos fermentados

Los abonos orgánicos fermentados tipo bocashi, son preparados en un proceso de semi-descomposición aerobia de residuos orgánicos, por medio de poblaciones de microorganismos que existen en los propios residuos en condiciones controladas y que producen un material parcialmente estable, de



lenta descomposición y que son capaces de fertilizar a las plantas y al mismo tiempo nutrir la tierra (Bejarano, C. y Restrepo, J. 2002 en Gutiérrez, E. 2014). Este conocimiento de agricultura orgánica no se limita a la producción y a cuidar del equilibrio de las plantas, este conocimiento va más allá, involucra al suelo, sus relaciones y participa dinámicamente de su mejoramiento y maduración para garantizar la nutrición permanente y la fertilidad de las plantas; los microorganismos del suelo representan el más completo y complejo sistema digestivo para las plantas; además de prepararles el menú de la fertilidad equilibrada, son los encargados de digerir restos orgánicos, fabricar humus, sintetizar fertilizantes orgánicos, solubilizar elementos minerales y en muchos casos son capaces de desintoxicar el propio suelo y liberarlo de contaminaciones (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2009 en Gutiérrez, E. 2014).

Restrepo, J. (2007), señala que los abonos fermentados tienen una serie de ventajas o cualidades que son:

- No se forman gases tóxicos ni surgen malos olores debido a los controles que se realizan en cada etapa del proceso de la fermentación, evitando cualquier inicio de putrefacción.
- Su almacenamiento, transporte y disponibilidad de los materiales para elaborarlo, permiten prepararlo en pequeños o grandes volúmenes, de acuerdo con las condiciones económicas y a las necesidades de cada productor.
- Se pueden elaborar en la mayoría de los ambientes y climas donde se realicen actividades agropecuarias.
- Autorregulan “agentes patogénicos” en la tierra, por medio de la inoculación biológica natural, principalmente de bacterias, actinomicetos, hongos y levaduras, entre otros, en un período relativamente corto y a costos muy bajos.



- Por medio de la inoculación y reproducción de microorganismos nativos presentes en los suelos locales y levaduras, los materiales se transforman gradualmente en nutrientes de excelente calidad disponibles para la tierra, las plantas y la propia retroalimentación de la actividad biológica.
- El crecimiento de las plantas es estimulado por una serie de fitohormonas y fitoreguladores naturales que se activan a través de los abonos fermentados.
- Los abonos orgánicos activan una serie de rizo-bacterias promotoras del crecimiento de las plantas y de bio-protección.
- No exige inversiones económicas muy altas en obras de infraestructura rural, los materiales con los que se elaboran son muy conocidos por los productores y fáciles de conseguir localmente.
- Finalmente, los agricultores podrán experimentar un proceso de conversión de una agricultura envenenada hacia una agricultura orgánica, en un tiempo que puede oscilar entre uno y tres años de trabajo permanente, más la creatividad de los campesinos, hace que se puedan variar las formulaciones o las recetas, haciéndolas más apropiadas a actividad agropecuaria o condición rural.

4.6.6 Polinización

Para la polinización es aconsejable el empleo de abejas (*Aphis mellifera*) como polinizadores cuando las condiciones ambientales son favorables. El número de colmenas puede variar de 2 a 4 por hectárea e incluso puede ser superior, dependiendo del marco de plantación, del estado vegetativo del cultivo y de las condiciones ambientales (INFOAGRO 2005).

4.6.7 Malezas plagas y enfermedades

La presencia de malezas en los primeros días del cultivo es mínima por la utilización del mulch, las que aparecen posteriormente deben ser retiradas manualmente (Gonzabay G. 2005).

Plagas y enfermedades

Pulgón (*Aphis gossypii* Suizer), es una plaga que deforma la hoja, provocando un arrosamiento de afuera hacia adentro de la parte foliar de la planta, influye en el desarrollo vegetativo de la planta, deteniendo su crecimiento, los áfidos o pulgones pertenecen al orden Homoptera, familia Aphididae. En general, se pueden considerar como plagas secundarias y esporádicas, pero presentan gran potencial para convertirse en plagas de importancia económica, debido a que estos insectos se pueden reproducir partenogenéticamente, es decir, las hembras pueden producir hijos sin necesidad de aparearse con los machos. Muchas especies son capaces de producir 50 o más individuos por hembra en forma vivípara, lo cual implica que no requieren poner huevos. Las ninfas nacen ya desarrolladas y en menos de dos semanas son aptas para su reproducción. Los áfidos son el grupo de insectos más importantes en la agricultura como vectores de virus (Grupo de editores. 2007)

Ciclo de vida del pulgón

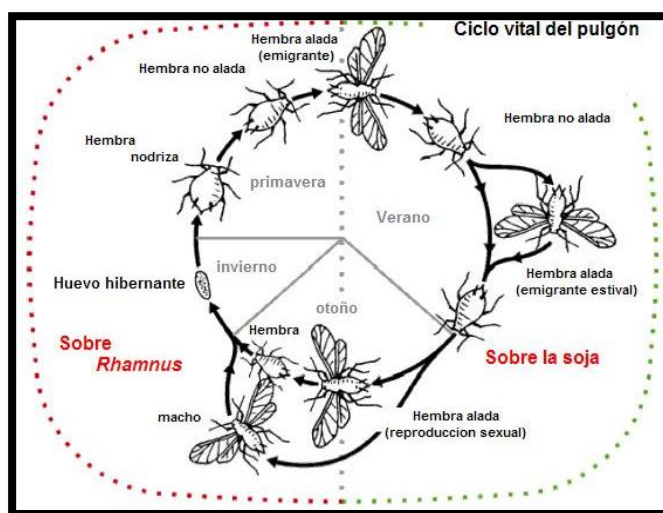


Figura 5.Ciclo de vida del pulgón

Fuente: (Grupo de editores. 2007)

Cenicilla (*Oidium* sp) es una enfermedad ampliamente distribuida donde se cultivan cucurbitáceas. El hongo causante es parásito obligado, (necesita el huésped para desarrollarse) y el micelio se desarrolla sobre la superficie de los tejidos de la planta. Ataca directamente a través de la epidermis, formando haustorios y una semana después pueden observarse los síntomas de la enfermedad.

Síntomas y daños: Inicialmente se observan en el envés de las hojas manchas cloróticas muy tenues y posteriormente colonias de aspecto polvoso (conidias y conidioforos). Las estructuras pueden cubrir el haz y el envés, extendiéndose a pecíolos y tallos. Las hojas infectadas severamente se tornan amarillentas al avanzar la enfermedad y sobreviene la defoliación. La apariencia polvosa la proporciona el micelio y las esporas presentes en la superficie de las áreas afectadas. Las plantas con tallos dañados se tornan cloróticas y achaparradas. Los frutos presentan daños por quemadura de sol debido a la falta de follaje. Considerando la capacidad reproductiva del patógeno, puede cubrir completamente el follaje en una semana, afectando así el proceso de fotosíntesis (Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas 2005).

Ciclo de vida de la cenicilla

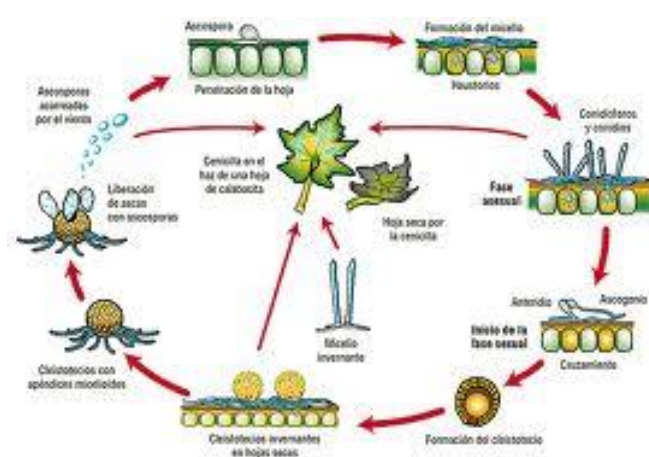


Figura 6. Ciclo de vida de la cenicilla

Fuente: Plagas y enfermedades de las cucurbitáceas 2005



4.6.8 Riego

El riego debe aplicarse de dos a tres veces por semana, en diferentes cantidades, dependiendo de la etapa del cultivo, como se muestra en el cuadro 2, las hojas se tornan flácidas y decaídas por falta de agua.

Cuadro 2. Coeficiente hídrico (Kc) del cultivo de sandía

Inicial	Desarrollo del cultivo	Mediados del periodo	Finales del periodo	Recolección
0.4-0.5cc	0.7-0.8cc	1.05-1.25cc	0.8-0.95cc	0.65-0.75cc

Fuente: (Hrzjak H. 1989)

4.6.9 Floración y fructificación

Las flores se originan en la parte de abajo de las hojas, principalmente en las ramificaciones. Las primeras flores en aparecer son las masculinas, coexistiendo los dos sexos en una misma planta, pero en flores distintas (flores unisexuales). Las flores masculinas disponen de ocho estambres que forman cuatro grupos soldados por sus filamentos.

No todas las flores desarrollan frutos o cuajan. El término cuajado indica que se ha iniciado el desarrollo del fruto; la temperatura óptima tiene que ser mayor de 10 °C. El fruto se desarrolla entre 35-50 días a partir de su polinización (INFOAGRO 2005).

4.6.10 Cosecha

Si las condiciones ambientales son favorables, la cosecha puede comenzar a los 80-90 días de la siembra en las variedades Charleston Gray, Crimson Sweet, Sugar Baby Enciclopedia terranova (2001).



4.7 Análisis de cromatografía

4.7.1 Historia

Fue el botánico ruso Mijail TSweett (Mikhail Semionovich TSweett, 1872-1919) quien empleó por primera vez el término “cromatografía”, que proviene del griego *chroma*, color, y *graphos*, escribir. Mikhail TSweett usó columnas de absorción de líquidos para separar pigmentos vegetales (por ejemplo, clorofilas). Las disoluciones se hacían pasar a través de una columna de vidrio rellena de carbonato de calcio o cal finamente dividida, que interacciona de forma diferente con los componentes de la mezcla, de forma que estos se separan en distintas bandas coloreadas a lo largo de la columna. La primera referencia impresa data de 1903 y se halla en las actas de la Sociedad de Naturalistas de Varsovia. Los esposos rusos Nicolai Izmailov y María Schraiber sustituyeron la columna de vidrio, muy difícil de rellenar, por hojas de papel de filtro especiales, en las cuales, las sustancias mezcladas, por sus características químicas y físicas, al ser arrastradas sobre la superficie del papel por la solución utilizada, crean un cromatograma que es idéntico en todo el planeta, por seguir inmutables leyes físicas (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2011).

Los análisis cromatográficos son una herramienta técnica, de vital importancia, para verificar directamente con los campesinos la salud de sus tierras, la calidad de los abonos, biofertilizantes, cultivos y la dignidad de su trabajo; es una herramienta liberadora, que garantiza a la población consumidora un alimento sano. El constante seguimiento personalizado, visual y cromatográfico de todas las actividades programadas, es esencial para verificar la efectividad de lo recomendado para alcanzar las buenas prácticas de la agricultura orgánica (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2011).



Técnicas de cromatografía

Retrepo, J. & Pinheiro, S. (2011) emiten los siguientes criterios sobre la cromatografía:

“La cromatografía es un método físico de separación para la caracterización de mezclas complejas, con aplicación en las distintas ramas de la ciencia. Es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla para identificar y en muchos casos determinar las cantidades de dichos componentes”.

“Las técnicas cromatográficas son muy variadas, en todas ellas hay una fase móvil y una fase estacionaria. Los componentes de las mezclas interaccionan en distinta forma con la fase estacionaria, de este modo, los componentes atraviesan la fase estacionaria a diferentes velocidades y se van separando. Después de que los componentes han transitado por la fase estacionaria y se separan, pasan por un detector que genera una señal dependiente de la concentración y del tipo de compuesto”.

- “Cromatografía plana. La fase estacionaria se sitúa sobre una placa plana o sobre un papel. Según esto, puede ser:

Cromatografía en papel

Cromatografía en capas finas

- Cromatografía en columnas. La fase estacionaria se sitúa dentro de una columna. Según el fluido empleado como fase móvil se distingue:

Cromatografía de líquidos

Cromatografía de gases

Cromatografía de fluidos supercríticos

La cromatografía permite determinar la vida del suelo y su relación entre minerales, microbiología, materia orgánica, humificación, carbono del suelo, desequilibrios y equilibrios nutricionales, respiración del suelo, compactación, residuos tóxicos, entre otros”

4.8 Interpretación de los análisis cromatográficos

Restrepo, J. & Pinheiro, S. (2011) dan su criterio sobre la descripción y la interpretación de los cromatogramas: “Para realizar la interpretación debemos realizar una descripción del croma, la cual se efectúa a través de las coloraciones (figura 5); se distinguen claramente las cinco zonas del croma, las cuales van de adentro hacia afuera, donde se representan las diferentes interacciones entre zonas y los elementos existentes en ellas”.

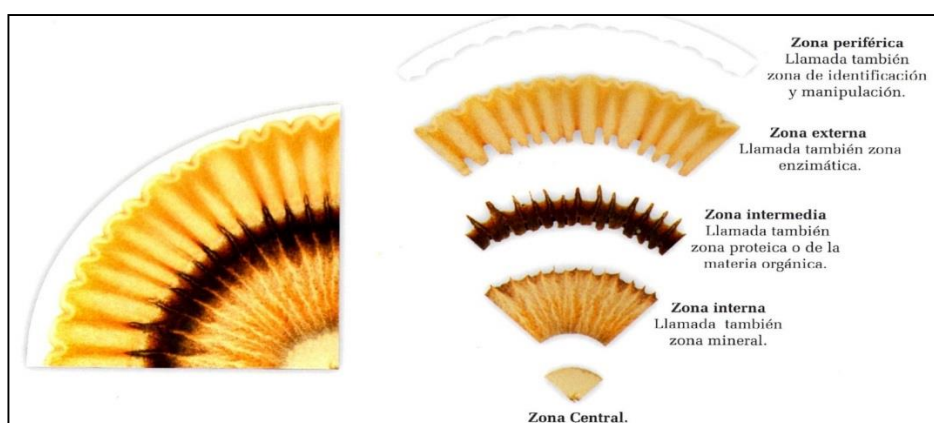


Figura 7. Identificación esquemática de las principales zonas de un cromatograma y sinónimos

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

4.8.1 Zona central

Llamada también zona de oxigenación o aireación. Es donde reacciona el nitrato de plata con algunos elementos presentes de la muestra analizada. En muchos casos no se manifiesta en suelos que han tenido mal manejo, sea por maquinaria pesada, agroquímicos y/o exposición directa al sol. Un suelo con estas

características se encuentra totalmente compactado y sin estructura e inexistencia de materia orgánica. Cuando el centro del cromograma se presenta de color blanco, representa el contenido de excesivas dosis de abonos nitrogenados y abonos químicos de alta solubilidad o el uso constante de herbicidas y de abonos crudos como gallinazas o estiércoles no procesados, ricos en nitrógeno.



Figura 8. Evolución de la zona central de tres cromatogramas de acuerdo con su coloración

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

Cuando se presenta una zona de un color blanco cremoso que se desvanece hasta integrarse a la próxima zona (mineral, orgánica y enzimática), es indicador de un buen suelo, no compactado, de buena estructura, con buena presencia de materia orgánica y sobresaliente actividad microbiológica.

4.8.2 Zona interna

Denominada zona mineral, porque es allí donde se concentra la gran mayoría de minerales, también allí se quedan las sustancias de mayor peso. En esta zona se pueden evidenciar los impactos positivos de un suelo en recuperación. Cuando se encuentra la presencia del color pardo negruzco, desde la zona central, sin hacer distinción entre zonas, es indicador que el suelo está altamente mineralizado y destruido, con ausencia de materia orgánica y baja actividad biológica, esto es muy común en suelos de textura arcillosa o franco arenosa.



Figura 9. Cromatograma de zona interna

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

La siguiente figura demuestra un suelo totalmente mineralizado, no se distingue la zona central de la mineral, la forma radial de la zona interna es uniforme y muy grande, en relación con las demás zonas, con color lila o violeta no deseado. Luego de la zona mineral observamos un anillo que representa la ausencia de materia orgánica o el bloqueo de la misma, debido al uso de glifosato.



Figura 10. Cromatograma de un suelo destruido por la agricultura convencional

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

Una coloración blanca o cremosa en la zona central (figura 9), que se desvanece suavemente y se integra hacia la zona interna o mineral y continua de forma armónica, sin interrupciones, es indicador de un suelo sano, con buena estructura, con una biología en plena actividad y con buena reserva de materia orgánica.

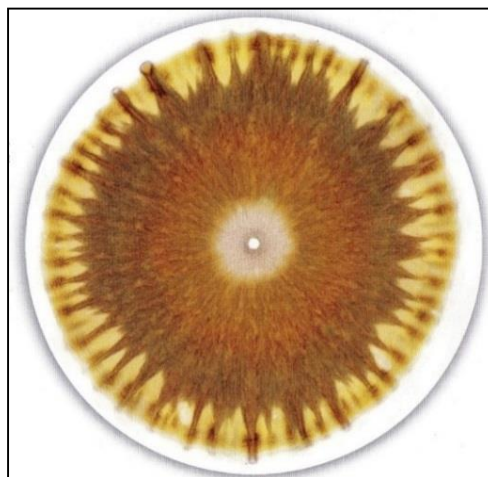


Figura 11. Cromatograma de un suelo sano

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

4.8.3 Zona intermedia

Es el tercer anillo, también denominada zona proteica o de materia orgánica, es allí donde se evidencia tanto la presencia como la ausencia de la materia orgánica.

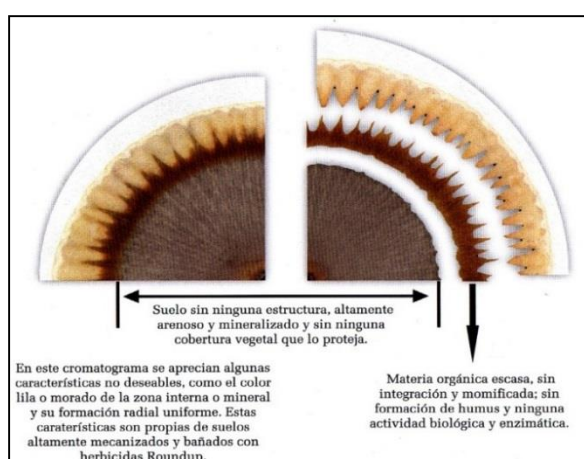


Figura 12. Cromatograma de un suelo manejado convencionalmente en un cultivo de mango

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

La presencia de un color marrón o café oscuro en esta zona, es una característica de suelos con alta presencia de materia orgánica cruda o en proceso de descomposición. Esto también es común en la evaluación de las abonaduras, indica la integración de la materia orgánica en el suelo.



Figura 13. Cromatograma de un abono orgánico en proceso, elaborado con gallinaza

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

4.8.4 Zona externa

Es el cuarto y último anillo del croma, denominada zona enzimática o nutricional (humus permanente). Cuando hay presencia de lunares suaves o nubes onduladas muy tenues de colores cafés, estamos en la cumbre de la calidad de un suelo ideal. La presencia de estas formas, son sinónimo de la diversidad y variación nutricional disponible en el suelo.

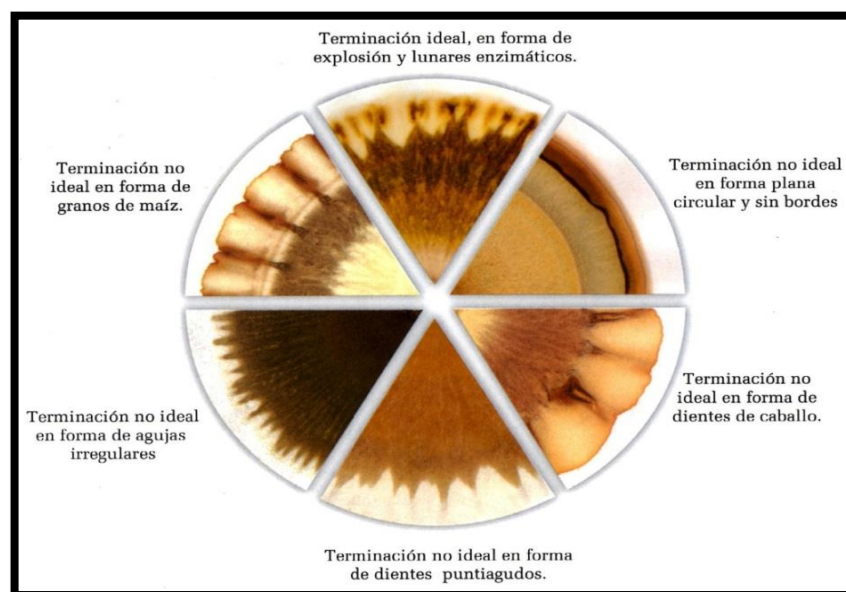


Figura 14. Seis características diferentes de la terminación de los dientes de un cromatograma

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

Es importante la radiación de los cromas, regularmente la radiación registra una evolución gradual que va desde una forma de líneas muy rectas que parten de la zona central hasta una formación de múltiples caminos sinuosos ramificados, cuando se está frente a un croma sin ramificaciones nos demuestra que es un suelo totalmente destruido, compactado por la mecanización y sin ninguna estructura. Cuando la figura de los cromatogramas presenta radicaciones es señal de que los suelos empiezan a regenerarse.

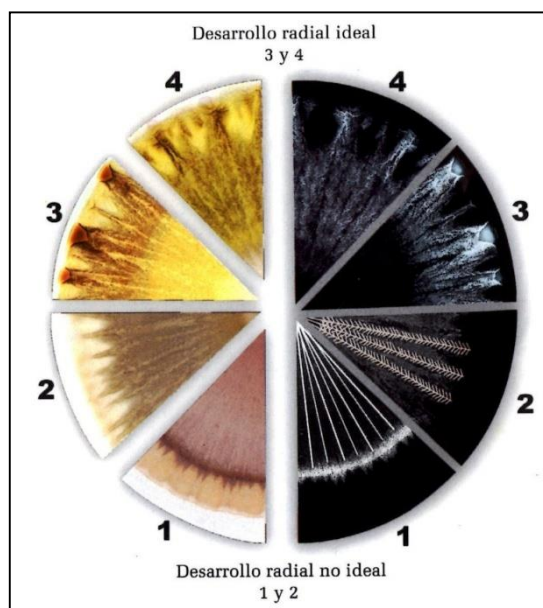


Figura 15. Desarrollo radial ideal

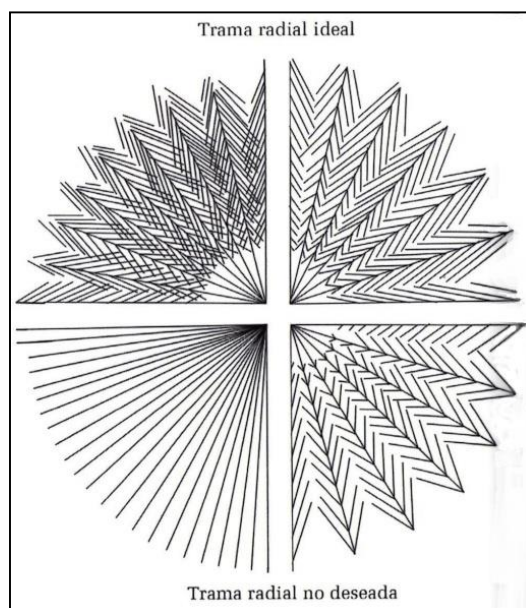


Figura 16. Trama radial ideal

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

Coloración de los cromatogramas

Considerar la coloración que un cromatograma presenta es muy importante antes y después del análisis, ayuda a una buena interpretación; los colores de un suelo sano son: amarillo, dorado, anaranjado, rojizo o café claro y tonalidades verdosas. Cuando nos encontramos con coloraciones cenizas, negro, pardo muy obscuro, lilas o violetas, gris y totalmente azulados, estas tonalidades reflejan un mal estado evolutivo, no saludable, de los suelos y de los abonos orgánicos.

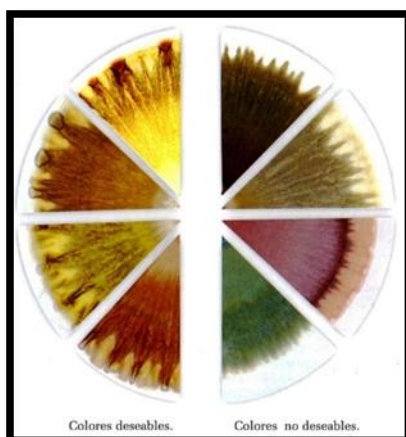


Figura 17. Patrón de colores para el análisis cromatográfico de suelos

Fuente: Restrepo, J., & Pinheiro, S. (2011).

El suelo es un recurso vivo, renovable y dinámico cuya vitalidad produce alimentos y mantiene una calidad ambiental, el mismo que en estado natural presenta armonía entre todos sus elementos, debido a un lento proceso de formación. En un estado equilibrado y natural de todos sus elementos, existe una armonía y sanidad entre todos los seres que interactúan en dicho sistema (Nogales, 2010).



5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Materiales

5.1.1 Materiales físicos

5.1.1.1 Materiales del sistema de riego

- Programador digital de riego
- Bomba de 1 hp
- Manguera de 25 mm
- Válvula solenoide de 1"
- Vasos de precipitación
- Tanque hidroneumático de 30 litros
- Tanque de 100 litros.
- Manguera de goteo de descarga de 3.5 litros/h
- Filtro de anillos 3/4
- Medidor de pH
- Conductímetro

5.1.1.2. Materiales para el establecimiento del cultivo

- Parcela experimental de 500 m²
- Malla para pájaros
- Alambre galvanizado
- 240 m de mulch

5.1.1.3. Materiales para la producción de plántulas

- Cubetas para germinación



5.1.1.4. Materiales para evaluación del cultivo

- Balanza
- Libreta de campo
- Cámara de fotos
- Tijera de podar
- Gavetas

5.1.2 Materiales de campo para la cromatografía

- Fundas plásticas y de papel, capacidad 1 kilo
- Cinta adhesiva
- Marcadores permanentes
- Colador de plástico

5.1.3 Materiales de laboratorio para cromatografía

- Papel filtro Nº 4 de 15 cm de diámetro
- Balanza electrónica
- Cajas petri de 10 cm
- Cajas petri de 5 cm
- Erlenmeyer de vidrio de 100 ml
- Vaso de precipitación de 100 cc
- Probeta de 100 cc
- Mortero de porcelana
- Frascos ámbar de 100 cc con tapa
- Jeringa de 10 cc
- Tijera
- Regla plástica de 10 cm
- Lápiz 2HB
- Sacabocado de 2 mm
- Martillo
- Papel toalla



- Hojas papel bond
- Caja de cartón grande

5.1.4 Materiales biológicos

5.1.4.1. Materiales para la producción de plántulas

- Semillas de sandía (Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby)
- Humus
- Turba
- Bocashi

5.1.4.2. Materiales para la elaboración del bocashi

- 1000 kg/20 sacos de tierra
- 200 kg/20 sacos de pajilla bien mullida
- 1000 kg/20 sacos de estiércol seco de ganado vacuno
- 2 galones de melaza
- 50 kg/1 saco de polvillo de carbón
- 1 kg de levadura de pan
- 50 kg/1 saco de salvado de arroz
- 25 kg de harina de rocas

5.1.5 Materiales químicos

- Agua destilada
- 100 gramos de hidróxido de sodio
- 10 gramos de nitrato de plata

5.2 Métodos

5.2.1 Área de estudio

Figura 18. Imagen satelital



Fuente: (Encarta, 2009)

Lugar de la investigación

5.2.2 Descripción del lugar de investigación

El presente trabajo investigativo se realizó en la comunidad de Las Casitas, perteneciente al cantón Santa Rosa, provincia de El Oro, en una parcela experimental de 500 m². La parcela experimental se ubicó en la propiedad del Sr. Manuel Arias Álvarez.

- **Altitud:** 4 msnm
- **Temperatura promedio:** 20 a 28 °C aproximadamente
- **Precipitación promedio:** 200 mm/año
- **Latitud sur:** 3° 16' 24'' S
- **Longitud:** 79° 59' 3'' W
- **Fuente:** INAMI 2005 (Anexo 1)



5.2.3 Ubicación geográfica

Las Casitas está ubicada en el cordón fronterizo del archipiélago de Jambelí, perteneciente a la jurisdicción del cantón Santa Rosa, provincia de El Oro a 25 kilómetros al suroeste de Puerto Bolívar, teniendo como único medio de transporte canoas o botes. Punto importante de resaltar es que Las Casitas y los sectores aledaños, constituyen un sector de frontera viva permanente.

La zona se encuentra cubierta por una densa vegetación compuesta de manglar, arbustos, campos abiertos constituidos por arenas, salitrales y un sinnúmero de esteros.

Extensión: Las Casitas cuenta con un área total de 260 hectáreas, las cuales están distribuidas en: 60 hectáreas de terrenos productivos, 40 hectáreas de zona de playas y 160 hectáreas son camaroneras y manglares.

Infraestructura básica: Las Casitas cuenta con alumbrado eléctrico y agua potable, carece de elementos básicos de infraestructura como son baterías sanitarias y alcantarillado, tampoco existe un diseño de calles y áreas para actividades recreativas, culturales, sociales, etc.

Medios de transporte: para llegar a la isla se necesita de botes o canoas a motor, invirtiendo un tiempo promedio de 2 horas, con un costo de 100 dólares por viaje.

Densidad poblacional: Según el censo poblacional de 1990, Las Casitas posee una población de 197 habitantes. En la actualidad existen 102 habitantes, pertenecientes a 21 familias; además, en los sectores aledaños existen unas 20 familias. Si se considera 5 miembros por familia promedio se deduce que en Las Casitas y sectores aledaños existe una población total de 205 personas (Arias, 2009).

5.2.4 Establecimiento del cultivo orgánico de sandía

Producción de plántulas

Para la producción de plántulas se sembraron 114 semillas certificadas de cada variedad, colocadas en platabandas plásticas de dimensiones de 2.5 cm x 2.5 cm x 5 cm, las platabandas fueron llenadas con turba y se regó el sustrato hasta capacidad de campo. Se colocaron las semillas en las platabandas previamente identificadas con el nombre de la variedad y la fecha de siembra.



Figura 19. Cubetas de germinación



Figura 20. Producción de plántulas

Fuente: Arias, D. 2013

Adecuación del lugar

El área de 500 m² donde se realizó el ensayo se dividió en 14 camas de 0.80 m x 20 m.

Delimitación del lugar

Se realizó un cercado con malla de pescar reciclada para proteger del daño causado por iguanas y lagartijas, que se alimentan de las primeras hojas de la sandía, igualmente se cubrió la parte aérea para proteger del ataque de aves.



Figura 21. Delimitación de la parcela experimental

Fuente: Arias, D. 2013

Instalación del sistema de riego

Para el sistema de riego se instaló una bomba de 1 hp y mangueras. El sistema de riego constó de dos partes, cada parte abarca siete camas. En cada cama se colocó una manguera ciega de 12 mm, con una dimensión de 22 m, se colocó dos goteros de 3.75 l/ha a cada metro de distancia, con una separación de gotero a gotero de 20 cm, la manguera madre fue de 25 mm de diámetro, con una dimensión de 35 m. Posterior a la instalación del sistema de riego se colocó mulch en las camas, para reducir la evapotranspiración del suelo y disminuir la aparición de malezas en estado inicial de la planta.

Trasplante

El trasplante se realizó cuidando de no lastimar las raíces, esta labor se llevó a cabo en horas de la noche por ser las horas más frescas, así se reduce el estrés hídrico, que es la mayor causa de muerte de plántulas. La distancia de siembra utilizada fue de 1 m entre plantas y 4 m entre surcos; el riego se aplicó antes y después del trasplante. Previo al trasplante se aplicó 0.5 kg de bocashi por cada planta.



Figura 22. Planta trasplantada

Fuente: Arias, D. 2013

El tutorado de plantas se realizó apenas iniciada la emisión de guías para hacer buen manejo de cultivo y no ocasionar daños futuros a la planta, al momento de aplicaciones y toma de datos. Se codificó especificando la variedad, número de planta y repetición; además, se colocaron correas de diferentes colores para hacer más fácil la identificación de cada variedad, así: para la variedad Charleston Gray se asignó el color verde, para la variedad Sugar Baby el color amarillo y para la variedad Crimson Sweet el color azul.



Figura 23. Tutorado de las guías principales

Fuente: Arias, D. 2013



Figura 24. Etiquetado y colocación de cintas de colores

Fuente: Arias, D. 2013

Para facilitar las mediciones y considerando que la planta de sandía es bastante delicada y para evitar el daño por manipuleo al hacer las mediciones en la toma de datos, se colocaron piolas cada 0.50, 1, 1.50 y 2 m de distancia a partir del tallo de la planta.



Figura 25. Recolección de datos

Fuente: Arias, D. 2013

Se realizó la eliminación manual de hierbas ajenas al cultivo de forma homogénea en todo el ensayo.

Control orgánico fitosanitario

A los 15 días de siembra se presentó *Aphis gossypii* Suizer, plaga que deforma la hoja, provocando un arrosetamiento de afuera hacia adentro de la parte foliar de la planta, influye en el desarrollo vegetativo de la planta, deteniendo su crecimiento. Se realizó el control con un método orgánico, recomendado por Restrepo, J y Hensel, J. (2013), utilizando el caldo jabón ceniza, preparado con los siguientes ingredientes, recomendados por el autor:

- 100 litros de agua
- 20 kg de ceniza
- 2 - 4 kg de jabón

Preparación: se calienta el agua hasta el punto de ebullición, se agrega poco a poco el jabón previamente picado en pedazos pequeños y paulatinamente se va añadiendo la ceniza. Se deja hervir por 15 minutos, se enfría y aplica al cultivo en dosis del 5%.



Figura 26. Hojas arrosetadas por ataque de pulgón

Fuente: Arias, D. 2013

A los 60 días de la siembra se presentaron guías afectadas por cenicilla (*Oidium* sp.), es una enfermedad ampliamente distribuida donde se cultivan cucurbitáceas.

Su control se realizó aplicando caldo jabón ceniza y poda de las guías afectadas.



Figura 27. Control con caldo jabón ceniza

Fuente: Arias, D. 2013

Preparación del bocashi

La abonadura se aplicó al momento del trasplante y a los 30 días en todos los tratamientos con una dosis de aplicación de 0.5 kg por planta en cada aplicación, la abonadura fue con bocashi elaborado con los ingredientes recomendados por Restrepo, J y Hensel, J. (2013) (Anexo 2).

Se realizó sobre una superficie sólida y bajo una cubierta para proteger al abono de la lluvia y del sol.

Previamente se mezcla el agua, la melaza y la levadura en un solo recipiente. Se va colocando los ingredientes en el siguiente orden: cascarilla de arroz, tierra, estiércol, carbón, salvado de arroz y harina de rocas, al final de cada secuencia se va esparciendo el agua ya mezclada con la levadura y la melaza



Figura 28. Elaboración del bocashi

Fuente: Arias, D. 2013

Se revuelve de forma homogénea todos los ingredientes, y se realiza la prueba del puño para verificar la humedad, la deficiencia como el exceso son perjudiciales para la obtención de un abono adecuado.

Una vez terminada la preparación del bocashi y controlada la uniformidad de la humedad, la mezcla se deja en el piso con una altura máxima de 1.2 m, gradualmente se va reduciendo esta altura hasta llegar a los 0.50 m.

Se debe controlar la temperatura a diario, para esto es necesario voltear el abono dos veces al día los primeros cinco días, después es necesario voltear solamente una vez por día durante 10 días más. La temperatura del bocashi no debe sobrepasar los 65°C, lo ideal es manejar la temperatura entre los 50 y 55°C y de este rango para abajo.



Figura 29. Volteo del bocashi para regular la temperatura

Fuente: Arias, D. 2013

Entre los 12 y 15 días, el abono orgánico fermentado ya ha madurado y su temperatura es igual a la temperatura ambiente, su color es gris claro y de consistencia suelta, se procedió al almacenamiento en sacos para el momento de aplicación.



Figura 30. Almacenamiento del bocashi

Fuente: Arias, D. 2013

Monitoreo de plagas

Con el propósito de monitorear la presencia de plagas se colocaron trampas de diferentes colores: rojo, blanco y amarillo, ubicadas en cada cama.



Figura 28. Trampas de colores

Fuente: Arias, D. 2013

Cosecha

La cosecha inició en la semana 10, contada a partir de la fecha del trasplante, se realizó manualmente cortando el peciolo a 2 cm del fruto; previo al corte se identificaron los frutos con el código correspondiente y se registró el peso de cada fruto. La cosecha se realizó en tres etapas: semanas 10,11 y 12.

Durante el desarrollo del cultivo se realizó la recolección de datos:

A los 10 días de la siembra, de las variables: número de hojas, largo y ancho de la hoja y altura de la planta.

A los 15 días se recolectó los datos de la variable: número de guías

A los 30, 60, 90 días de la siembra se recolectó los datos de la variable: tamaño de guías.

En cada cosecha se determinaron y registraron los datos correspondientes a la caracterización de los descriptores morfológicos de los frutos; para la

recopilación de datos de la caracterización se realizaron tablas (anexo 3) con los siguientes datos:

Descriptores del fruto

Forma del fruto	Longitud del fruto
Color de la piel del fruto	Diámetro del fruto
Manchas en la piel: forma: anchura	Color semilla en seco
Color zona cortical	Intensidad del color de la semilla
Espesor de la corteza	Longitud de la semilla
Color de la pulpa	Peso de la semilla
Cicatriz pistilar	Peso de cien semillas
Sólidos solubles (grados brix)	



Figura 31. Pesaje y medición de frutos

Fuente: Arias, D. 2013

El secado de las semillas se realizó a temperatura ambiente, bajo sombra y sobre papel periódico, por 10 días, se contabilizó el número de semillas y se registró el peso y medidas de ancho y largo de las semillas.



Figura 32. Pesaje y medición de semillas

Fuente: Arias, D. 2013

Medición de grados brix y pH en las frutas.

La medición del pH y de los grados brix en los frutos se realizó en los laboratorios de la Facultad de Agroindustrias de la Universidad de Cuenca. Se tomaron los datos de cada variedad de sandía con diferentes repeticiones.



Figura 33. Medición de pH y grados brix

Fuente: Arias, D. 2013

5.2.5 Metodología de la cromatografía

5.2.5.1 Método utilizado en el laboratorio para análisis cromatográfico

Se utilizó la metodología descrita por Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2011 y adaptada por Abad (2014). Comunicación personal.

Preparación de las muestras

Muestra de suelo

- Para la toma de muestra se recolectó 1 kg de suelo del lugar de estudio antes y después del cultivo, la muestra tomada fue previamente identificada secada y tamizada. Posteriormente se molió la muestra hasta obtener algo parecido a polvo o talco; se pesó 5 g.

Muestra vegetal

- La muestra vegetal se tomó de la corteza y pulpa de un fruto de un cultivo orgánico y convencional de la variedad Charleston Gray se molió hasta conseguir una sustancia liquida de 5ml para la impregnación.
- Se pesaron 5 g de la muestra tanto liquida como sólida, el sobrante se lo guardó como respaldo y se registró la muestra analizada.



Figura 34. Pesaje de la pulpa

Fuente: Arias, D. 2013



Preparación de la solución de hidróxido de sodio (NaOH) al 1%, en agua destilada.

- Se pesaron 10 g de hidróxido de sodio en la balanza electrónica.
- Se disolvió el hidróxido de sodio en 250 ml de agua, luego se aforó a 1,000 ml.
- Se envasó y etiquetó la solución.

Preparación de la solución de nitrato de plata (AgNO_3) al 0.5%, en agua destilada

- Se pesó 0.5 g de nitrato de plata en la balanza electrónica.
- Se disolvió el nitrato de plata en 100 ml de agua destilada.
- Se envasó en un frasco de vidrio ámbar, envuelto en papel aluminio y se almacenó en refrigeración, debido a su alta sensibilidad a la luz y al calor.

Preparación del papel filtro

- En un papel filtro se determinó y marcó el centro, este papel sirvió como molde para realizar las perforaciones en cada papel.
- A partir del centro se marcaron puntos a los cuatro y seis centímetros, la primera marca permite controlar hasta donde recorre el nitrato de plata y la siguiente permite controlar hasta donde recorre la solución del suelo.
- La preparación del papel filtro se realizó en máximo cuatro unidades a la vez.
- La perforación se realizó con ayuda de un sacabocados.

Preparación de los pabilos de infiltración de papel filtro

- Se realizó una cuadrícula de 2 x 2 cm sobre el papel filtro.

- Se recortaron los cuadrados del papel filtro.
- Con la ayuda de un clavo fino se procedió a enrollarlos, dando la forma de sorbete.

Preparación de solución de suelo con hidróxido de sodio (NaOH)

- Se tomaron 50 cc de la solución de hidróxido de sodio al 1% y en ella se colocaron 5 g de suelo, utilizando un erlenmeyer de 125 cc.
- Se procedió a girar la solución de izquierda a derecha y de derecha a izquierda, suave y constantemente, realizando de 6 a 7 giros a cada lado, por un tiempo aproximado de dos minutos.
- Se dejó reposar la solución por 15 minutos y se repitió la acción indicada anteriormente.
- Se dejó reposar la solución por 60 minutos y se repitió la acción indicada anteriormente. Finalmente se dejó reposar por 6 horas mínimo. En este punto ya estuvo lista la solución de suelo para el análisis.



Figura 35. Preparación de soluciones

Fuente: Arias, D. 2013



Impregnación de la solución nitrato de plata (AgNO_3) en el papel filtro

- Se insertó el pabito en el orificio del centro del papel filtro previamente perforado.
- Se tomaron 2 cajas petri, una de 5 y otra de 10 cm de diámetro, la de 5 cm se colocó de manera centrada dentro de la de 10 cm.
- Se colocó la solución de nitrato de plata en la caja de 5 cm.
- Al papel se lo colocó de manera centrada sobre las cajas petri, tomándolo cuidadosamente por el borde. El pabito absorbió la solución de nitrato de plata y la trasladó al papel, esparciéndola de forma circular, se controló que recorra hasta la marca de los 5 cm, previamente señalada.
- Una vez realizada la impregnación hasta los 5 cm, muy cuidadosamente y tomando por los bordes, se levantó el papel filtro y se retiró el pabito, halándolo por la parte de abajo para evitar salpicaduras.
- El proceso de impregnación se realizó en cámara oscura, el papel filtro impregnado y cubierto se colocó en una caja de cartón bien cerrada, para evitar el ingreso de luz.
- La impregnación tardó de 3 a 4 horas. Este proceso fue desarrollado en ausencia de luz directa, buscando la mínima cantidad de claridad por la sensibilidad del papel impregnado con AgNO_3 .

Observación: Los 100 ml de AgNO_3 sirven para unas 60 o 70 muestras.

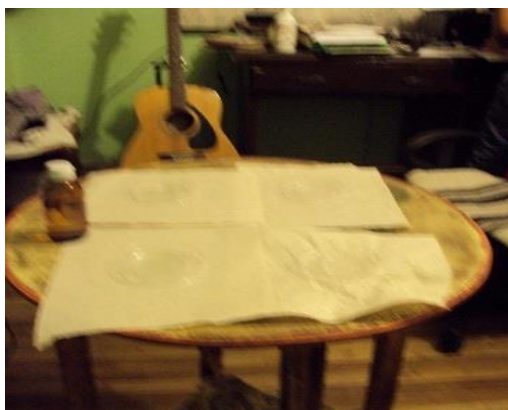


Figura 36. Impregnación del nitrato de plata

Fuente: Arias, D. 2013

Impregnación de la solución de suelo en el papel filtro

- Una vez transcurrido el tiempo de reposo de la solución de suelo con nitrato de plata y haber transcurrido el tiempo de impregnación con nitrato de plata del AgNO_3 , se tomaron 2 cajas petri de 5 y de 10 cm, la de 5 cm de diámetro se colocó de manera centrada, dentro de la de 10 cm.
- Dentro de la caja petri de 5 cm, con una jeringa de 5 cc a 10 cc, se procedió a colocar la solución de suelo, tomado de la parte superior del envase.
- Se insertó el pabito en el orificio del centro del papel filtro que fue previamente perforado.
- Se controló que la solución recorra hasta la marca de los 6 cm previamente señalada. Este proceso fue desarrollado en ausencia de luz directa, buscando la mínima cantidad de claridad por la sensibilidad del papel impregnado con AgNO_3 .

Revelado

- Una vez que la solución de suelo recorrió hasta los 7cm, se tomó el papel filtro por el borde y se retiró el pabito, halándolo por la parte de abajo para evitar salpicaduras.
- Muy cuidadosamente, se colocó el papel filtro entre hojas limpias de papel bond y se dejó secar por 16 horas en ausencia de luz.
- Una vez seco, el croma se lo expuso a luz indirecta por 10 días.
- Para mejor conservación de los cromas se les aplicó una pequeña capa de parafina. La parafina fue derretida en un sartén metálico, se sumergió el croma; e inmediatamente se retiró y secó al aire libre.



Figura 37. Impregnación de parafina

Fuente: Arias, D. 2013



Diseño experimental

Se utilizó un Diseño de Bloques al Azar (DBA), con tres tratamientos y 5 repeticiones. Los tratamientos consistieron en tres variedades de sandía y las parcelas experimentales constaron de 36 plantas por cada tratamiento y repetición.

Análisis de variancia (ADEVA)

Los resultados fueron sometidos al Análisis de Variancia (ADEVA), de acuerdo al siguiente modelo.

F. de V.	Grados de libertad
Total	14
Tratamientos	2
Repeticiones	4
Error experimental	8

$$CV = \frac{\sqrt{C.M*E.Exp}}{\bar{x}} (100)$$

\bar{x}

Análisis estadístico

En los resultados se utilizó la prueba de significación de Duncan al 5%.

Para los cálculos de datos se utilizó el programa estadístico SPSS 21.

Las siguientes son las variables estudiadas en esta investigación:

Variables cuantitativas de la planta

Porcentaje de germinación

Número de hojas a los 8 días después del trasplante

Largo y ancho de las hojas a los 8 días después del trasplante



Altura de la planta a los 8 días después del trasplante

Número de guías

Tamaño de las guías a los 30, 60 y 90 días

Largo y ancho de la hoja a los 90 días

Número de frutos

Variables cuantitativas del fruto

Longitud, diámetro y peso del fruto

Espesor de la corteza, grados brix y pH

Peso de la semilla total del fruto

Peso de 100 semillas

Largo y ancho de la semilla

Variables cualitativas del fruto

Forma y color del fruto

Color de la piel del fruto

Color de la zona cortical

Color de la pulpa

Color de la semilla

Intensidad del color de la semilla



6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En base a los objetivos planteados para esta investigación se presentan a continuación los resultados, con los respectivos análisis e interpretaciones estadísticas. El diseño experimental que se utilizó fue un DBA con tres tratamientos y cinco repeticiones.

Para una mejor caracterización se dividió en tres etapas de evaluación: la primera etapa en la germinación de semillas, la segunda en el desarrollo fisiológico de la planta y la tercera en la caracterización de los frutos. En cada etapa se clasificaron en descriptores cuantitativos y cualitativos (anexos 4, 5, 6 y 7)

6.1. Variable descriptiva cuantitativa de germinación

Cuadro 3. Variable de germinación

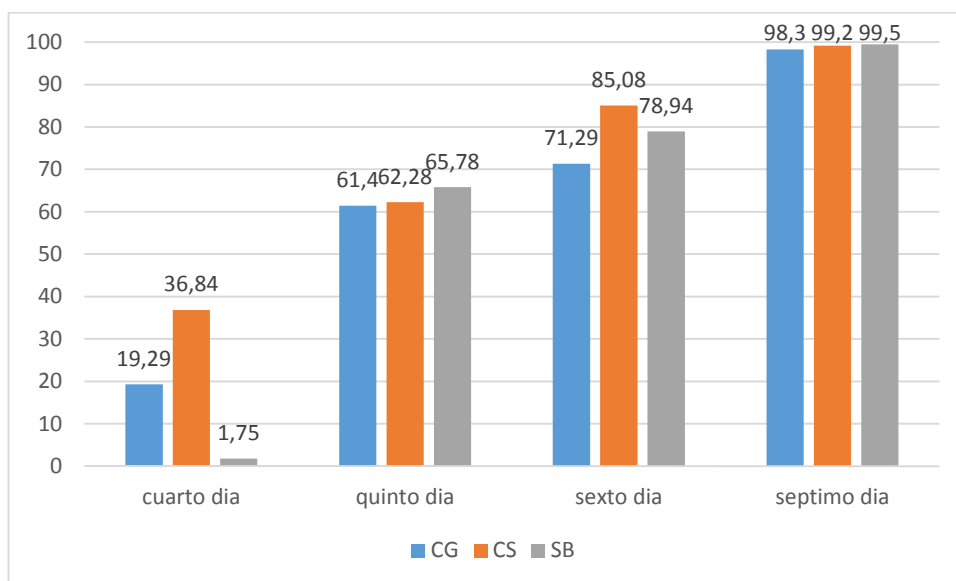
Variedades	Porcentaje (%) de germinación
Charleston Gray	98.3
Crimsoon Sweet	99.2
Sugar Baby	99.5
Media	99.00

Fuente: Arias, D. 2013

La germinación promedio de las tres variedades de sandía fue de 99.00%, lo que indica que la semilla utilizada fue de alta calidad y garantiza un buen inicio del cultivo.

Los datos del proceso de germinación de las variedades de sandía indican la evolución de la germinación hasta llegar al 99%.

Figura 38. Desarrollo germinativo



Fuente: Arias, D. 2013

El poder de germinación en todas las variedades, a los cuatro días de la siembra, es alto, con 36.84% en Crimson Sweet y 19.29% en Charleston Gray, mientras que Sugar Baby tiene un porcentaje de 1.75%, lo que indica que su desarrollo germinativo inicial es más lento como se muestra en la figura 38.

A los cinco días el porcentaje de germinación se incrementó, así Sugar Baby presentó un 65.78%, Crimson Sweet un 62.28%, seguidos por Charleston Gray con un 61.40%.

A los seis días de la germinación se realizó la medición de las plántulas, teniendo como resultados que la variedad Sugar Baby presentó una altura promedio de plántulas de 6 cm y un porcentaje de germinación del 85.08%, Crimson Sweet con una altura promedio de plántulas de 8 cm y un porcentaje de germinación de 78.94% y Charleston Gray con una altura promedio de plántulas de 9 cm y un porcentaje de germinación del 71.92%.



6.2 Resultados obtenidos del ADEVA en las variables descriptivas cuantitativas

Cuadro 4. ADEVA de las variables cuantitativas: longitud, diámetro y peso del fruto

F.V	Gl	Longitud del fruto (cm)		Diámetro del fruto (cm)		Peso del fruto (kg)	
		S. C	Sig. %	S. C	Sig. %	S.C	Sig. %
Total	14	640.791		783.522		37.789	
Tratamientos	2	277.613	0.0152	369.038	0.0079	27.970	0.0009
Repeticiones	4	212.889	0.0981	257.777	0.0713	3.922	0.3380
Error	8	150.289		156.707		5.898	
C.V		13.27%		8.41%		22.65%	
Prueba de Duncan al 5 %							
Variedades		Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Charleston Gray		35.000	a	15.127	b	4.158	a
Crimsoon Sweet		36.366	a	18.894	a	5.250	a
Sugar Baby		26.634	b	16.251	a	1.966	b

Fuente: Arias, D. 2013

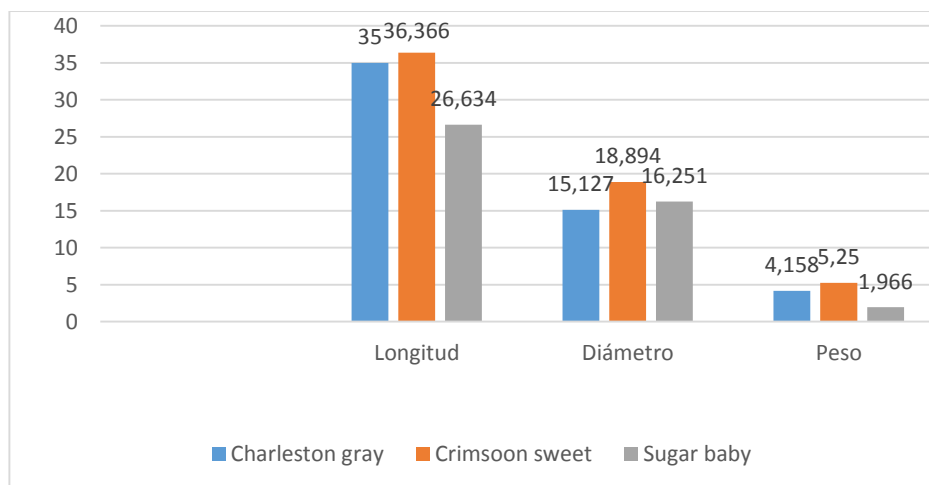
Del análisis de varianza (ADEVA) para tratamientos de la variable longitud, se determina que existen diferencias significativas y altamente significativas para diámetro y peso de fruto, el comportamiento de las variedades demuestra ser diferente. Las repeticiones resultaron no significativas (figura 39).

Los Coeficientes de Variación de las tres variables se ubican entre 8.41% y 22.65%, existió una variación aceptable entre los diferentes valores obtenidos en cada una de las unidades experimentales de las variables, la mayor homogeneidad se determinó para la variable diámetro de los frutos.

La prueba de Duncan al 5% en la variable longitud del fruto determinó dos rangos (a y b). El rango **b** involucra a la variedad Sugar Baby con 26.63 cm de longitud siendo la variedad de menor longitud. La variedad Charleston Gray ocupa el

rango **a** con 35.00 cm de longitud al igual que la variedad Crimson Sweet con 36.36 cm de longitud, entre los dos rangos existe una diferencia de 10 cm de longitud (figura 39).

Figura 39. Variables cuantitativas longitud, diámetro y peso del fruto



Fuente: Arias, D. 2013

La variedad Crimson Sweet destaca en las tres variables con 36.36 cm longitud del fruto, en diámetro con 59,33 cm y en peso con 5.25 kg.

Para la variable diámetro del fruto, las variedades Sugar Baby con 51.03 cm y Crimson Sweet con 59.33 cm, fueron las de mayor desarrollo; en otro rango se encuentra Charleston Gray con 47.50 cm.

La variable peso del fruto determina dos rangos. El rango **a** involucra a las variedades Charleston Gray con 4.15 kg y Crimson Sweet con 5.25 kg, en el rango **b** Sugar Baby con 1.96 kg por fruto, siendo la variedad de menor peso (Figura 39).

Resultados similares fueron obtenidos por Gonzabay, G. (2005), quien evaluó el rendimiento del cultivo convencional (químico) de sandía, con aplicación de urea de 111kg/ha, muriato de potasio 55kg/ha y fosfato triple 27kg/ha más mulch, determinando que las variables longitud, diámetro y peso del fruto fueron: 32.01



cm 19.89 cm y 7.03 kg respectivamente, evidenciándose que existe una diferencia de 4 cm en la longitud del fruto, en diámetro una diferencia mínima de 1 cm y en peso una diferencia de 1.78 kg. Basados en estos datos se deduce que no existen diferencias significativas entre un cultivo convencional (químico) y orgánico, respecto a estas variables.

Cuadro 5. ADEVA de las variables cuantitativas: peso en gramos de la semilla total del fruto, peso de 100 semillas, largo y ancho de la semilla

F.V	GI	Peso de la semilla total del fruto (g)		Peso de cien semillas (g)		Largo de la semilla (cm)		Ancho de la semilla (cm)	
		S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %
Total	14	1.983.301		61.893		0.219		0.113	
Tratamientos	2	1.900.511	0.0000	61.106	0.0000	0.039	0.0846	0.008	0.3948
Repeticiones	4	25.257		0.354	0.2560	0.134	0.0165	0.077	0.0220
Error	8	57.534		0.433		0.046		0.029	
C.V		14.88%		3.51%		7.48%		9.08%	
Prueba de Duncan al 5 %									
Variedades		Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Charleston Gray		33.934	a	9.460	a	1.060	a	0.686	a
Crimsoon Sweet		10.394	b	5.548	b	1.030	a	0.668	a
Sugar Baby		9.732	b	4.886	c	0.940	a	0.632	a

Fuente: Arias, D. 2013

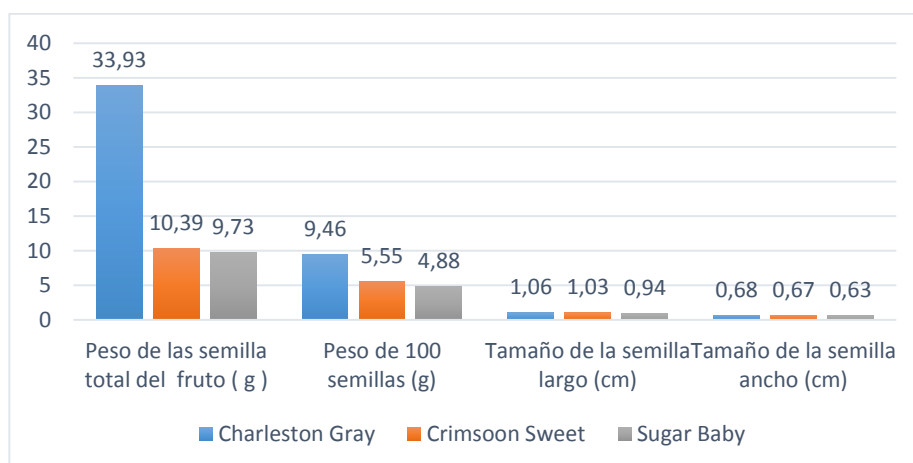
Del análisis de varianza (ADEVA) de las variables peso de la semilla total del fruto y peso de cien semillas, se determina que existen diferencias altamente significativas para los tratamientos; en las variables tamaño de la semilla (largo y ancho), las diferencias no son significativas, el comportamiento de las variedades demuestra ser diferente estadísticamente. Para las variables peso de la semilla total del fruto y peso de 100 semillas no hubo diferencia significativa entre repeticiones, para la variable tamaño (largo y ancho) de la semilla se determinó diferencias significativas, debido posiblemente a un factor externo no determinado.



Los Coeficientes de Variación de las tres variables se ubican entre 3.51% y 14.88%, lo que indica que existió una variación aceptable entre los diferentes valores de las unidades experimentales obtenidos en cada una de las variables, la mayor homogeneidad se determinó para peso de cien semillas.

La prueba de Duncan al 5% en la variable peso de la semilla total del fruto determina dos rangos. El rango **a** involucra a la variedad Charleston Gray con 33.93 g, siendo la variedad con mayor densidad y número de semillas. Las variedades Crimson Sweet y Sugar Baby ocupan el rango **b**. Entre los dos rangos existe una diferencia de 23.54 g.

Figura 40. Variables cuantitativas: peso de la semilla total del fruto, peso de cien semillas y tamaño de la semilla en largo y ancho



Fuente: Arias, D. 2013

En la variable tamaño de la semilla en largo y ancho, a pesar de una diferencia de 1 unidad en el largo y 4 unidades en el ancho, les ubica estadísticamente como iguales.

En el peso de cien semillas se determina tres rangos (cuadro 4). El rango **a** involucra a la variedad Charleston Gray con 9.46 g, el rango **b** a la variedad Crimson Sweet con 5.54 g y el rango **c** a la variedad Sugar Baby con 4.88 g, siendo la variedad que contiene menor cantidad de semillas.



Cuadro 6. ADEVA de las variables cuantitativas: número de hojas por planta, tamaño de la hoja en largo, ancho y altura de la planta a los 8 días de la siembra

F.V	Gl	Número de hojas		Largo de la hoja (cm)		Ancho de la hoja (cm)		Altura de la planta (cm)	
		S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %
Total	14	5.333		4.063		5.160		20.767	
Tratamientos	2	2.533	0.0181	1.460	0.0369	0.374	N.S.	12.475	0.0137
Repeticiones	4	1.333	0.2187	1.463	0.1194	2.658	0.1259	1.808	
Error	8	1.467		1.140		2.128		6.483	
C.V		7.56%		5.73%		7.68%		9.92%	
Prueba de Duncan al 5 %									
Variedades		Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Charleston Gray		6.200	a	6.976	a	6.826	a	9.426	a
Crimsoon Sweet		5.600	a	6.576	a	6.828	a	9.976	a
Sugar Baby		5.200	b	6.212	b	6.492	a	7.826	b

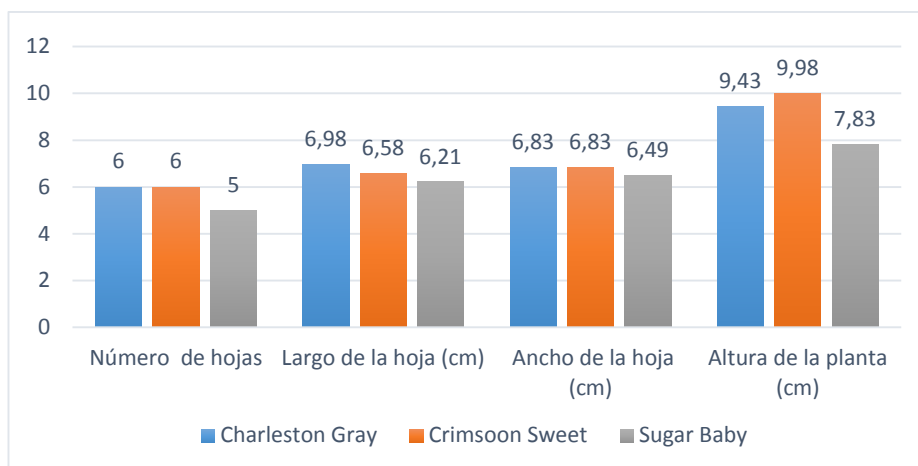
Fuente: Arias, D. 2013

Del análisis de varianza (ADEVA) de las variables: número y tamaño de hojas, y altura de la planta, se determina que existen diferencias altamente significativas para los tratamientos, con excepción de la variable ancho de la hoja, la cual no presenta diferencia significativa (cuadro 5). El comportamiento de las variedades demuestra ser diferente. Las repeticiones resultaron no significativas.

Los Coeficientes de Variación de las tres variables se ubican entre 5.73% y 9.92%, lo que indica que existió una variación aceptable entre los diferentes valores obtenidos de cada unidad experimental en cada una de las variables.

La prueba de Duncan al 5% en las variables número de hojas, tamaño de la hoja largo, tamaño y altura de la planta, se determinaron dos rangos. El rango **a** involucra a las variedades Charleston Gray y Crimsoon Sweet, ubicándolas con el mayor número de hojas, mayor largo de hoja y altura de la planta, frente a la variedad Sugar Baby que ocupa el rango **b**. Estadísticamente indica que las variedades del rango **a** desarrollan de mejor manera frente a la del rango **b**. En ancho son estadísticamente iguales (figura 41).

Figura 41. Variables cuantitativas número de hojas, largo y ancho de la hoja y altura de la planta



Fuente: Arias, D. 2013

Estadísticamente indica que las variedades Charleston Gray y Crimson Sweet desarrollan de mejor manera frente a Sugar Baby.

Cuadro 7. ADEVA de las variables cuantitativas: número de guías y tamaño de la guías a los 30, 60 y 90 días de la siembra

F.V	Gl	Número de guías		Tamaño de guía a los 30 días		Tamaño de guía a los 60 días		Tamaño de guía a los 90 días	
		S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %
Total	14	21.733		1.157		1.628		3.156	
Tratamientos	2	3.333		0.215	0.4014	0.194		0.522	0.1737
Repeticiones	4	1.067		0.102		0.371		1.684	0.0603
Error	8	17.333		0.840		1.063		0.951	
C.V		41.66%		45.58%		19.14%		9.73%	
Prueba de Duncan al 5 %									
Variedades		Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Charleston Gray		4.200	a	0.880	a	2.038	a	3.750	a
Crimson Sweet		3.200	a	0.630	a	1.916	a	3.582	a
Sugar Baby		3.200	a	0.622	a	1.760	a	3.298	a

Fuente: Arias, D. 2013



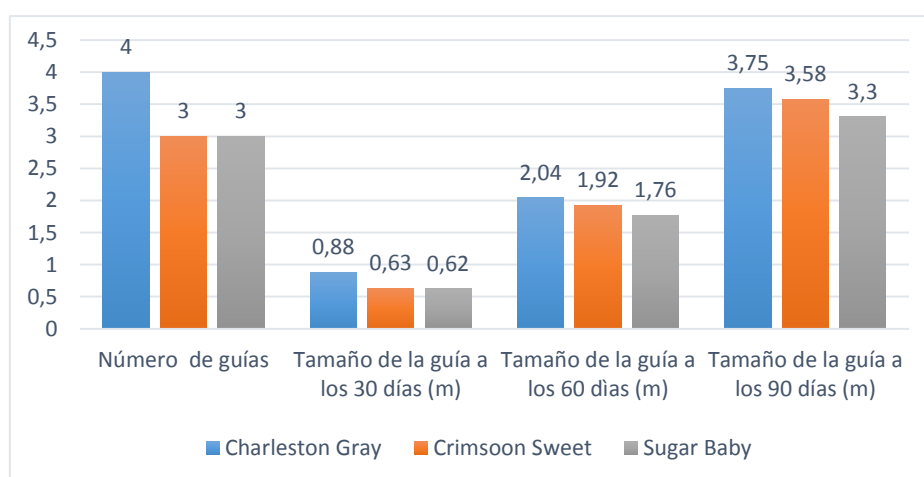
Del análisis de varianza (ADEVA) de las variables descriptivas cualitativas: número de guías, tamaño de la guía a los 30, 60 y 90 días de la siembra, se determina que no existen diferencias estadísticas significativas para tratamientos y repeticiones, manifestando un comportamiento similar entre las variedades y repeticiones.

El Coeficiente de Variación más bajo se determinó a los 90 días evidenciando un comportamiento más uniforme entre las diferentes unidades experimentales.

Estadísticamente las tres variedades Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby son iguales de acuerdo a la prueba de Duncan, confirmándose la no diferencia estadística para tratamientos en el ADEVA.

Comparando con la investigación de Gonzabay, G. (2005), quien, en manejo convencional (químico), determinó que el tamaño de guías a los 60 días de la siembra tiene una media general de 4,15 m, mientras que la media de la variedad promisorio (Crimson Sweet) del tratamiento orgánico de esta investigación es de 2.038 m, evidenciándose la diferencia entre el cultivo convencional (químico) versus el cultivo orgánico, ubicando al orgánico por debajo del convencional en esta variable.

Figura 42. Variables cuantitativas: número y tamaño de guías (30, 60 y 90 días)



Fuente: Arias, D. 2013



Estadísticamente las tres variedades son iguales en su comportamiento en las variables número de guías y tamaño de las guías a los 30, 60 y 90 días

Cuadro 8. ADEVA de las variables: largo y ancho de la hoja a los 90 días de la siembra y número de frutos

F.V	Gl	Largo de la hoja a los 90 días (cm)		Ancho de la hoja a los 90 días (cm)		Número de frutos	
		S.C	Sig. %	S.C	Sig. %	S.C	Sig. %
Total	14	44.753		891.393		2.000	
Tratamientos	2	6.501	0.2558	115.427	N.S	0.000	N.S
Repeticiones	4	22.246	0.1020	253.000	N.S.	0.667	N.S
Error	8	16.006		522.966		1.333	
C.V		8.02%		56.44%		20.41%	
Prueba de Duncan al 5 %							
Variedades		Promedio	Rango	Promedio	Rango	Promedio	Rango
Charleston Gray		17.328	a	18.112	a	2.000	a
Crimsoon Sweet		18.562	a	13.320	a	2.000	a
Sugar Baby		17.046	a	11.544	a	2.000	a

Fuente: Arias, D. 2013

Del análisis de varianza (ADEVA) de las variables descriptivas cuantitativas: largo y ancho de la hoja a los 90 días y número de frutos, se determina que no existen diferencias estadísticas para tratamientos y repeticiones, para las variedades Charleston Gray, Crimsoon Sweet y Sugar Baby.

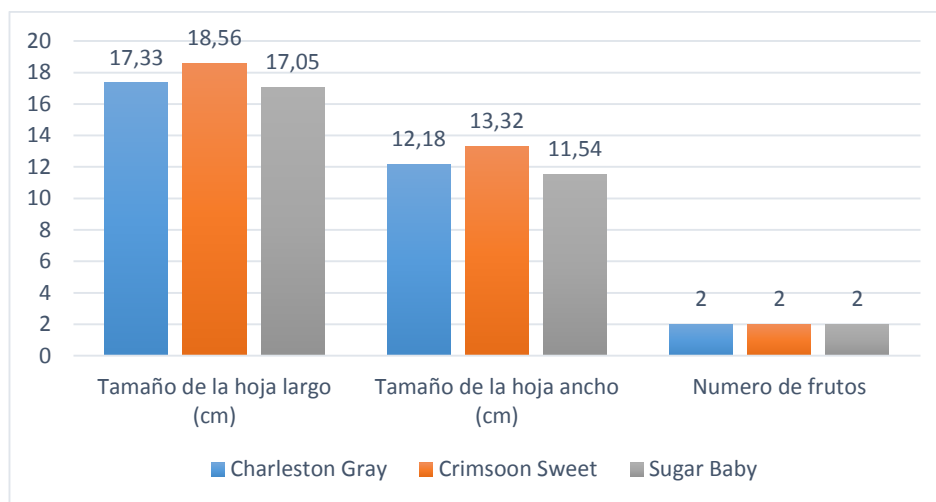
El Coeficiente de Variación de las variables determina que existió homogeneidad en el largo de la hoja no así en el ancho de las hojas. La variabilidad entre unidades experimentales para número de frutos es aceptable.

Comparando el promedio de producción de dos frutos/planta, resultado de la presente investigación, con el promedio obtenido por Galiano D. (2007) de 1,88 frutos/planta en la variedad Charleston Gray y 1.63 fruto/planta en la variedad Sun Sugar y con Gonzabay, G. (2005) que obtuvo un promedio de 1,65



frutos/planta en la variedad Crimsoon Sweet, se corrobora que el manejo orgánico del cultivo, respecto de esta variable, es superior al convencional (químico).

Figura 43. Variables cuantitativas: largo y ancho de la hoja y número de frutos



Fuente: Arias, D. 2013

Se puede apreciar homogeneidad en el largo y ancho de la hoja y en el número de frutos.

Cuadro 9 : ADEVA de las variables cuantitativas: grados brix y pH de los frutos

F.V	Gl	p.H		Grados brix	
		S.C	Sig. %	S.C	Sig. %
Total	14	1.351		13,33	
Tratamientos	2	1.306	NS	13,33	NS
Repeticiones	4	0.014	NS	0	NS
Error	8	0.031		0	
C.V		1.20%		5,51%	
Prueba de Duncan al 5%					
Variedades	Promedio	Rango	Promedio	Rango	
Charleston Gray	4.900	a	9	a	
Crimsoon Sweet	5.102	a	11	a	
Sugar Baby	5.602	a	9	a	

Fuente: Arias, D. 2013



Del análisis de varianza (ADEVA) de las variables: grados brix y pH de los frutos se determina que no existen diferencias significativas para los tratamientos en estas variables, el comportamiento de las variedades no demuestra diferencia estadísticamente. Los Coeficientes de Variación de las tres variables se ubican entre 1.20% y 5.51%, lo que indica que existió una variación aceptable entre los diferentes valores de las unidades experimentales obtenidos en cada una de las variables, la mayor homogeneidad se determinó para pH de los frutos.

Cuadro 10: Variable cuantitativa espesor de la corteza

F.V	Gl	Espesor de la corteza (cm)	
		S.C	Sig. %
Total	14	6,11	
Tratamientos	2	5,93	0.00
Repeticiones	4	0,132	0,023
Error	8	0,5	
C.V		5,51%	
Prueba de Duncan al 5%			
Variedades		Promedio	Rango
Charleston Gray		1,32	b
Crimsoon Sweet		1,847	a
Sugar Baby		2,837	a

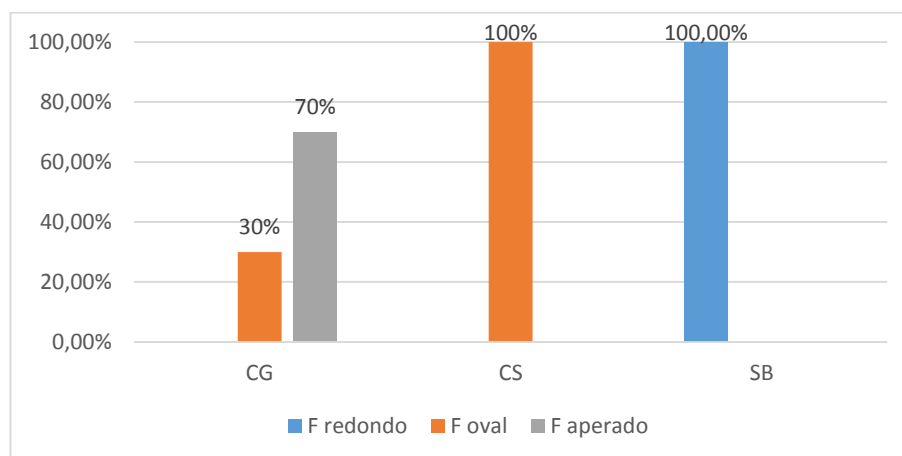
Fuente: Arias, D. 2013

Del análisis de varianza (ADEVA) de la variable espesor de la corteza, resultó ser altamente significativo para los tratamientos. Las repeticiones resultaron significativas, debido posiblemente a un factor externo no determinado.

La variable espesor de la corteza indica que la variedad Charleston Gray con 1.32 cm es la de menor zona cortical, siendo esta una característica deseable en el fruto y ubicándose en el rango **b**, mientras las otras variedades Crimsoon Sweet con 1.84 cm y Sugar Baby 2.83 están en el rango **a**.

6.3 Variables descriptivas cualitativas

Figura 44. Forma del fruto



Fuente: Arias, D. 2013

Para el descriptor cualitativo morfológico forma del fruto, en las variedades Crimson Sweet y Sugar Baby es uniforme, la variedad Charleston Gray presenta una diferencia el 30% es de forma oval y el 70% es de forma aperada.

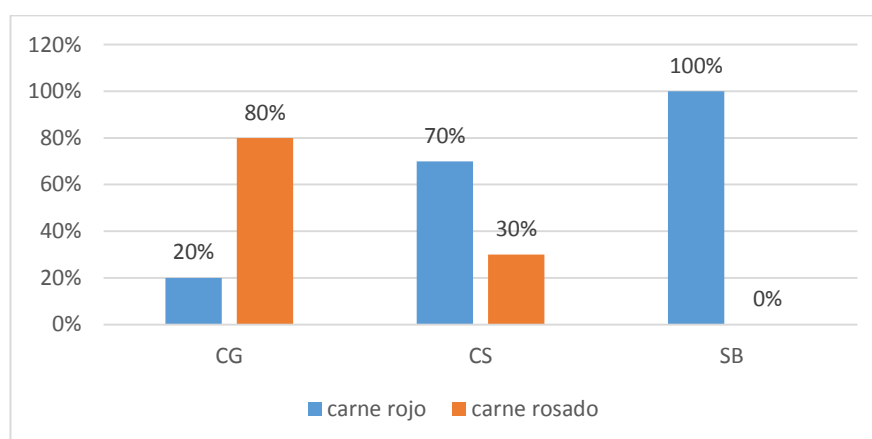
Para el descriptor cualitativo color de la zona cortical, las tres variedades tienen muy definido su color; en la variedad Charleston Gray es de color blanco, en la variedad Crimson Sweet y Sugar Baby es de color verde claro. Para el descriptor cualitativo color de piel, las tres variedades tienen muy definido su color; en la variedad Charleston Gray el color de piel es verde claro, en la variedad Crimson Sweet el color de piel es rayado y en la variedad Sugar Baby el color de piel es verde oscuro (Figura 45).



Figura 45. Color de piel

Fuente: Arias, D. 2013

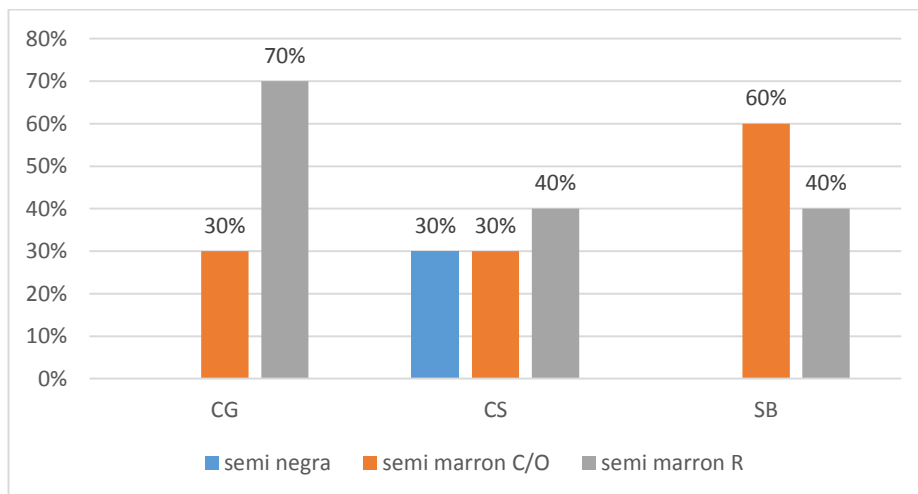
Figura 46. Color de la carne



Fuente: Arias, D. 2013

Para el descriptor cualitativo color de carne, tiene gran diferencia dentro de cada variedad, en la variedad Charleston Gray el 80% fue de carne rosada y el 20% fue de carne roja. En la variedad Crimson Sweet el 70% fue de color de carne roja y el 30% fue de carne rosada. En la variedad Sugar Baby el 100% fue de carne roja.

Figura 47. Color de la semilla



Fuente: Arias, D. 2013

Para el descriptor cualitativo color de la semilla, existe gran diferencia de intensidad de color dentro de cada variedad; en la variedad Charleston Gray el 70% de las semillas presentaron color semi marrón rojizo y el 30% semi marrón café oscuro. La variedad Crimson Sweet presentó 30% semi negra, 30% semi marrón café oscuro y, 40% semi marrón rojiza. La variedad Sugar Baby presentó 60% semi marrón café oscuro y 40% semi marrón rojizo.



Figura 48. Intensidad del color de la semilla

Fuente: Arias, D. 2013



Para el descriptor cualitativo intensidad del color de la semilla, existe un 100% de uniformidad en las tres variedades Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby.

Manejo de plagas y enfermedades

En el manejo de plagas y enfermedades se realizaron prácticas homogéneas en todo el ensayo, así:

Dentro del manejo del cultivo se colocaron trampas de colores para monitorear plagas sin obtener ningún resultado.

A los 15 y 45 días después del trasplante se identificó *Aphis gossypii* Glover y *Oidium* sp. en las tres variedades estudiadas en esta investigación, los cuales fueron controlados exitosamente con el caldo jabón-ceniza.



6.4 Evaluación de rendimiento de cada una de las variedades

Cuadro 11. Evaluación del rendimiento de la variable peso del fruto

F.V	Gl	Peso del fruto (kg)	
		S.C	Prob %
Total	14	37.789	
Tratamientos	2	27.970	0.0009
Repeticiones	4	3.922	0.3380
Error	8	5.898	
C.V		22.65%	
Prueba de Duncan al 5%			
Variedades		Promedio	Rango
Charleston Gray		4.158	a
Crimsoon Sweet		5.250	a
Sugar Baby		1.966	b

Fuente: Arias, D. 2013

Del análisis de varianza (ADEVA) para tratamientos de la variable peso del fruto, existen diferencias altamente significativas, el comportamiento de las variedades demuestra ser diferente. Las repeticiones resultaron no significativas.

El Coeficiente de Variación de la variable se ubica en 22.65%, existiendo una variación aceptable entre los diferentes valores obtenidos en cada una de las unidades experimentales.

La prueba de Duncan al 5% de la variable peso del fruto determina dos rangos. El rango **a** involucra a las variedades Charleston Gray con 4.15 kg y Crimsoon Sweet con 5.25 kg, en el rango **b** Sugar Baby con 1.96 kg por fruto, siendo la variedad de menor peso



Se calculó la producción neta de cada variedad por hectárea.

Cuadro 12. Rendimiento del cultivo de sandía (kg/ha)

Variedad	Número de plantas	Producción por planta en kg	Rendimiento kg/ha
Crimsoon Sweet	2500	10,5	26.250
Charleston Gray	2500	8,31	20.775
Sugar Baby	2500	3,93	9.825

Fuente: Arias, D. 2013

Del cálculo de producción neta de cada variedad por hectárea, se determina que la variedad de mayor producción fue Crimsoon Sweet con una producción por planta de 10.5 kg y de 26.250 kg/ha, seguida de Charleston Gray con una producción por planta de 8.31 kg y 20.775 kg/ha, el rendimiento más bajo es para la variedad Sugar Baby con 3.93 kg por planta y 9.852 kg/ha (Anexo 8 y 9).

La variedad más promisoría de esta investigación es la Crimsoon Sweet con 26.250 kg/ha, superando la media nacional de producción de sandía establecida en el Tercer Censo Agropecuario Ecuatoriano del 2009 de 25.818 kg/ha, con una rentabilidad del 60.94%; Charleston Gray con 20.775 kg/ha se encuentra por debajo de la media de producción nacional; sin embargo, permite una rentabilidad del 50.65%; la variedad Sugar Baby con una producción de 9.825 kg/ha no cubre los costos de producción y presenta un valor negativo de rentabilidad del 4.33%. Aparte de la rentabilidad que se genera en las dos variedades promisorias, hay que recalcar la alta calidad del fruto por ser un cultivo netamente orgánico, protegiendo la salud del consumidor y favoreciendo también a la conservación del medio ambiente.

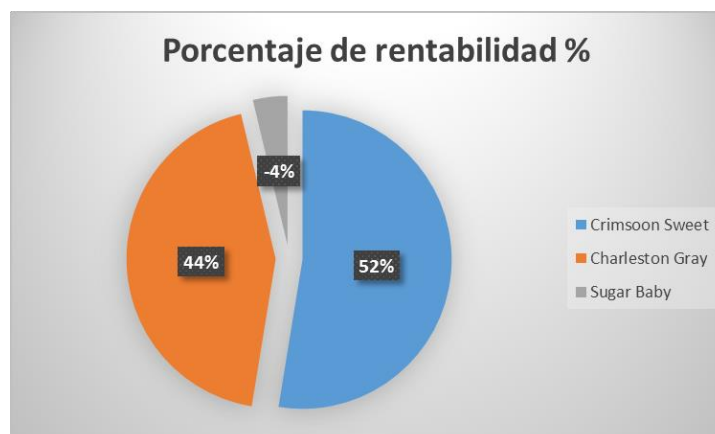


Figura 49. Porcentaje de rentabilidad

Fuente: Arias, D. 2013

6.5 Socialización con la comunidad

La socialización con la comunidad de los resultados del ensayo se realizó el día 4 de abril del 2013, en la comunidad Las Casitas. En el evento se compartió las experiencias del ensayo con los agricultores de la zona que acompañaron todo el desarrollo del trabajo, se explicaron los objetivos, metodología y resultados parciales, se realizó una evaluación participativa de algunos descriptores de caracterización y se realizaron algunas recomendaciones para ser aplicadas en futuras plantaciones de sandía. El propósito principal fue crear interés en los miembros de la comunidad para involucrarlos en el proceso de producción.



Figura 50. Socialización del ensayo experimental con la comunidad Las Casitas

Fuente: Arias, D. 2013

6.6 Resultados cromatográficos

La interpretación de los cromatogramas se apoyan en los conocimientos básicos sobre lo que es un cromatograma y sus partes, con una noción elemental y sencilla (no es imprescindible) de química analítica. Es una técnica cuando el conocimiento se democratiza y todos (productores y consumidores) participan en la solución e interpretación de las aparentes dificultades. (Restrepo, J. y Pinheiro, S. 2011)

Cromatograma 1

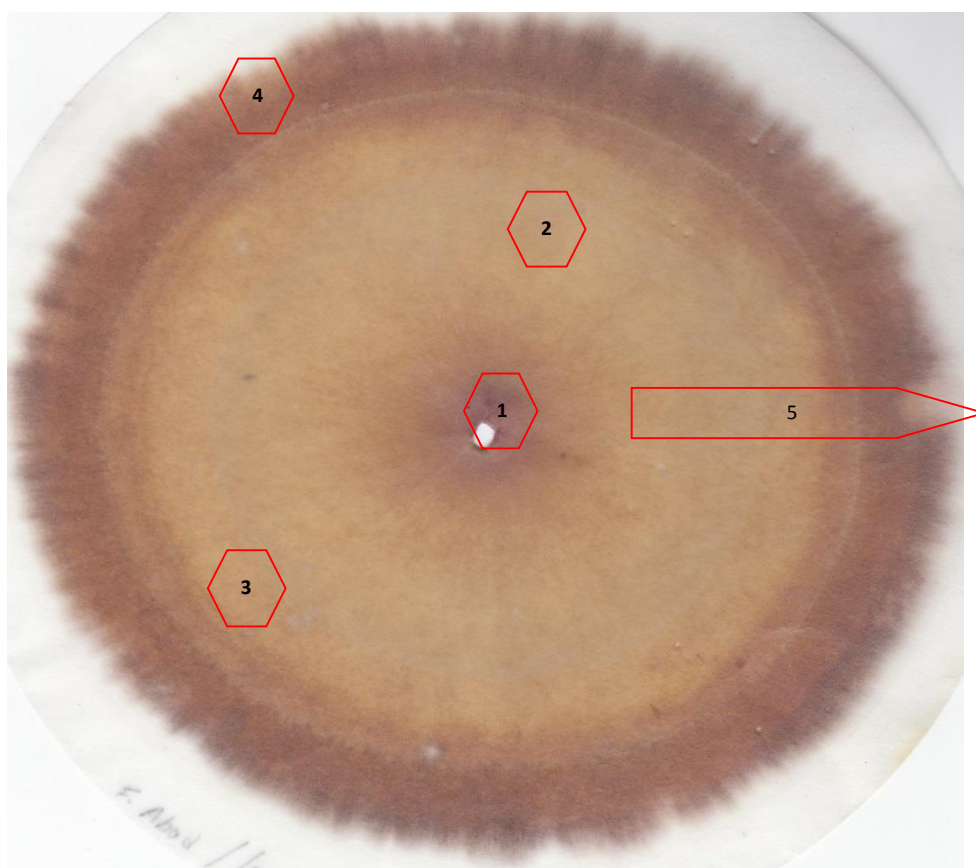


Figura 51. Cromatograma del suelo de Las Casitas antes del cultivo

Fuente: Arias, D. 2013



Esta muestra es de un suelo totalmente erosionado por falta de cobertura vegetal, que no ha sido cultivado por más de treinta años, estando cubierto por vegetación nativa durante tres o cuatro meses al año, solo en época invernal. El resto del tiempo totalmente descubierto y expuesto al sol y al viento, en un clima totalmente seco, con temperaturas mayores a 20° C.

La falta de cobertura vegetal y la exposición a condiciones adversas naturales es la principal causa de un suelo totalmente mineralizado. Mediante la prueba con agua oxigenada se determinó una mínima actividad microbiológica. La profundidad aproximada en estos suelos corresponde a una capa de 30 a 40 cm, totalmente arenoso; y una capa en los primeros 2 cm de materia orgánica muy pobre.

Detalles del croma:

1. Zona central: el color oscuro en la zona central es un color no deseado, indica un suelo totalmente erosionado por falta de cobertura vegetal y por las condiciones climáticas en las que se encuentra, se observa también un suelo no compactado, con actividad enzimática muy poco visible y con una mínima integración hacia la siguiente zona.
2. Zona mineral, indica un suelo totalmente mineralizado, no se observa diversidad e integración entre el suelo y la materia orgánica, existen bloqueos evidentes y barreras definidas por la ausencia de catalizadores biológicos.
3. Zona que indica la materia orgánica, con presencia mínima y con deficiencia de integración entre la zona mineral y la zona de materia orgánica.
4. Zona enzimática, donde se evidencia los procesos de humificación y nutrientes asimilables por las plantas; en este caso completamente ausente, indicando la ausencia de actividad biológica. La forma de las terminaciones y las sombras entre ellas ratifican que no hay una actividad enzimática.
5. La formación radial, que parte desde el centro hacia las zonas externas, al no mostrarse ramificada, indica que no existe diversidad de nutrientes ni de microbiología que permita la distribución uniforme de las características del suelo

en el cromatograma. En este caso no presenta ninguna formación radial ya que existen varios bloqueos.

Cromatograma 2

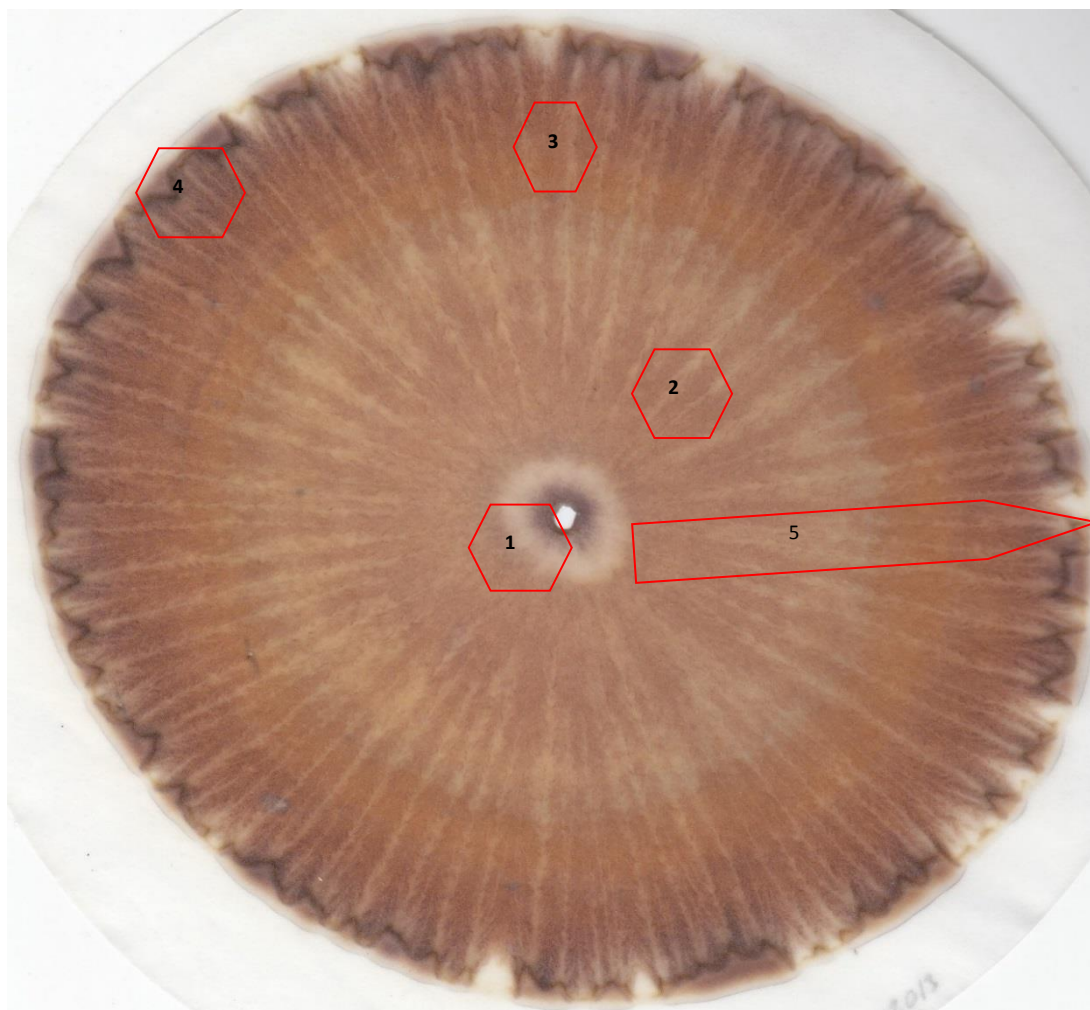


Figura 52. Cromatograma suelo de Las Casitas después del cultivo

Fuente: Arias, D. 2013

Esta muestra de suelo fue tomada del mismo lugar de la primera muestra, después de cuatro meses; el cultivo que se instaló fue sandía y el manejo fue totalmente orgánico, se abonó con bocashi. Los controles fitosanitarios fueron a base de caldos jabón ceniza y sulfocálcicos.



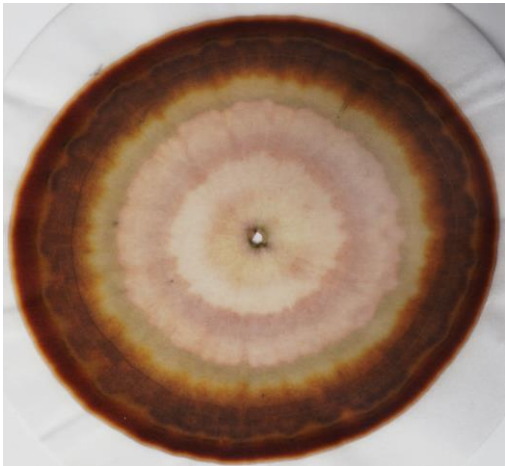
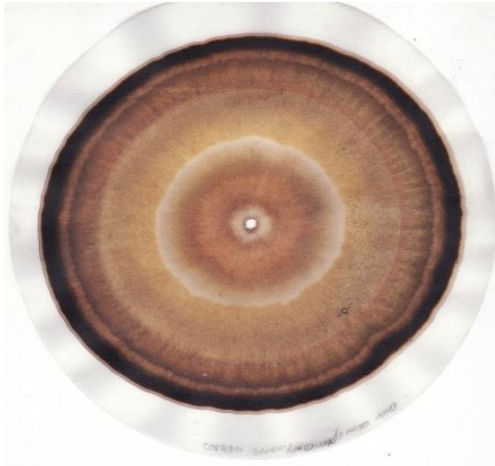
Detalles del croma:

1. El color crema en la zona central indica que existe buen drenaje, no hay compactación del suelo, esto indica que empieza a haber actividad enzimática y presenta integración con los minerales de la siguiente zona.
2. Zona mineral, aquí se observa una diversidad mineral e integración entre el suelo y la materia orgánica, sin existir cambios drásticos de coloración. Hay presencia de catalizadores biológicos, presenta integración con la siguiente zona.
3. Zona que indica la materia orgánica, muestra presencia ideal de la misma, con eficacia en su degradación, como indica la zona 4.
4. Zona enzimática, donde se evidencian los procesos de humificación y nutrientes asimilables por las plantas; la forma de las terminaciones y las sombras entre ellas, indican la alta presencia de nutrientes para la vegetación aquí encontrada y la actividad enzimática que está generándose es ideal.
5. La formación radial, que parte desde el centro hacia las zonas externas, al mostrarse ramificada indica que existe diversidad de nutrientes y de la microbiología, que permite la distribución uniforme de las características del suelo en el croma.

Es evidente la diferencia entre el primer croma y el segundo croma, en el primer croma no había presencia de actividad enzimática ni integración de una zona hacia otra, existían bloqueos de minerales y materia orgánica no asimilable por la planta.

Después del manejo del cultivo y de aplicaciones de abonos orgánicos se observa cualitativamente una evidente reactivación de la actividad enzimática que estaba presente y una microbiología reactivada, que permite la integración de los minerales y materia orgánica del suelo, una clara presencia de activadores biológicos que empiezan una regeneración del suelo.

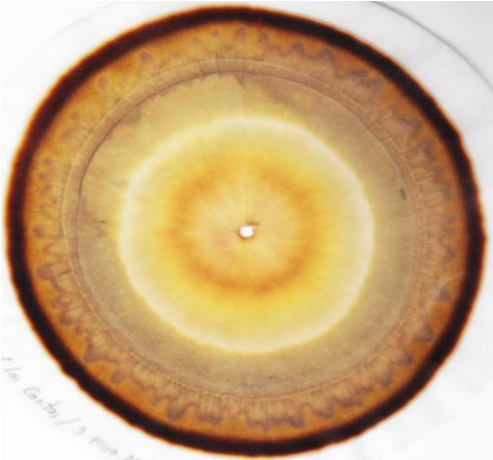

Cromatogramas de la corteza de sandía orgánica y convencional

Cromatograma 3	Cromatograma 4
	
<p>Figura 53. Cromatograma de la corteza de sandía orgánica Charleston Gray</p> <p>Fuente: Arias, D. 2013</p>	<p>Figura 54. Cromatograma de la corteza de sandía convencional Charleston Gray</p> <p>Fuente: Arias, D. 2013</p>

Claramente se puede apreciar la diferencia de colores que existe en los dos cromatogramas, influida por el tipo de manejo que tiene cada cultivo. En el cromatograma 4 se observa con claridad el bloqueo que existe entre zona y zona, la poca variabilidad de colores, la delimitación definida de cada zona sin ningún tipo de interacción. En el cromatograma 3 existe una gama de colores muy variada, observándose interacción entre cada una de las zonas, se aprecia también una dispersión mineral muy homogénea.

La poca información existente sobre cromatogramas de corteza de sandía orgánica por tratarse de un tema que recién está tomando importancia dentro del ámbito académico, limita la descripción de los cromatogramas; esta descripción de los cromas establece patrones de cromatografía.

Cromatogramas de pulpa de sandía orgánica y convencional

Cromatograma 5	Cromatograma 6
	
<p>Figura 55. Cromatograma de la pulpa de sandía orgánica Charleston Gray</p> <p>Fuente: Arias, D. 2013</p>	<p>Figura 56. Cromatograma de la pulpa de sandía convencional Charleston Gray</p> <p>Fuente: Arias, D. 2013</p>

Se aprecia diferencias drásticas en los colores del cromograma de pulpa de sandía proveniente de cultivos orgánico y convencional, influenciadas por el manejo de cada uno. En el cromatograma 6 podemos apreciar que los minerales no recorrieron el espacio delimitado, por lo que se deduce que los minerales están bloqueados, no existe ninguna interacción entre zonas. Cada zona está delimitada de forma definida, sin evidenciar alguna interacción. En el cromatograma 5 existe una gama de colores muy variada, observándose interacción entre cada una de las zonas, se aprecia también una dispersión mineral muy homogénea.

La poca información existente sobre cromatogramas de corteza de sandía orgánica por tratarse de un tema que recién está tomando importancia dentro del ámbito académico, limita la descripción de los cromatogramas; esta descripción de los cromas establece patrones de cromatografía.



7. CONCLUSIONES

De los resultados del presente estudio se concluye lo siguiente:

- Se caracterizó las variedades Charleston Gray, Crimson Sweet y Sugar Baby.
- La variedad de mejor adaptación a la zona fue Crimson Sweet.
- La variedad Charleston Gray presenta la menor zona cortical con 1.32 cm, esta es una característica deseable en el fruto.
- De acuerdo al carácter cualitativo sabor, la variedad Crimson Sweet presentó un valor de 11 grados brix, es una muy buena característica de calidad del fruto.
- Se evaluó el rendimiento de tres variedades de sandía, siendo la variedad promisorio la Crimson Sweet, con una producción de 10.50 kg por planta, equivalente a 26.2 toneladas por hectárea.
- El número y la calidad de frutos de sandía en el cultivo orgánico es superior en relación al cultivo convencional.
- Los resultados obtenidos en esta investigación en los rendimientos de producción de sandía (kg/ha) es superior a la media a nacional.
- Existen diferencias cualitativas en las condiciones del suelo antes y después de la aplicación del bocashi y en las características de las frutas de los tratamientos convencionales y orgánicos, lo que demuestra que con la abonadura orgánica se puede mejorar las características biológicas del suelo y de la producción.
- Se socializó la investigación a los agricultores de la comunidad Las Casitas, teniendo una gran acogida por parte de ellos.



8. RECOMENDACIONES

- Basados en los resultados obtenidos de la caracterización se recomienda la variedad Crimsoon Sweet por haber evidenciado mejores características de las variables cuantitativas, demostrando superioridad sobre las otras dos variedades con una producción de 26.2 toneladas por hectárea.
- Se recomienda la variedad Charleston Gray, con una producción de 20.7 toneladas por hectárea, que brinda beneficios económicos aceptables.
- La variedad Sugar Baby no se recomienda para esta zona, ya que su producción no cubre los gastos de inversión.
- Se recomienda la aplicación de bocashi para el establecimiento de cultivos ya que ayuda a la regeneración de los suelos.
- Se recomienda continuar con las investigaciones en cromatografía para poder establecer patrones en este cultivo y dotar de una herramienta de análisis sencilla y al alcance de los productores.



9. BIBLIOGRAFÍA

PUBLICACIONES

- Alcázar, J.T.1993. La diversidad genética como material básico para el desarrollo agrícola. En: La Agricultura del siglo XXI. J.I. Cubero y M.T. Moreno (Coord.). Mundi Prensa, Madrid, pp. 79-102.
- Alomia J, 2006. Proyecto de prefactibilidad para la exportación de sandía al mercado alemán durante el periodo 2006-2015. Quito, Ecuador.
- Altieri, M., Hecht, S., Liebman, M., Magdoff, F., Norgaard, R. y Sikor, T. 1999. Agroecología, Bases científicas para una agricultura sustentable. Nordan-Comunidad. Montevideo, Uruguay. 338p. (Altieri, y otros, 1999)
- Alvarado P. 2008 Melones y sandía. Apuntes de la Universidad de Chile Facultad de Ciencias Agropecuarias. Santiago, Chile 15p.
- Antología, San Joseacute, CR UNED, 1993. pág. 9 -26
- Arias O, 2009. Estudio socio económico de las islas “Las Casitas”, Santa Rosa, El Oro. Quito. Ecuador.
- Asamblea Constituyente. (2008). Constitución de la República del Ecuador. Capítulo segundo del buen vivir, sección segunda Ambiente sano, Art. 14. (pp. 24) Montecristi- Ecuador.
- Bejarano, C. y Restrepo, J. 2002. *Cartilla de abonos orgánicos, fermentados tipo bocashi caldos minerales y biofertilizantes*. (2da ed.). (pp. 16-17). Cali-Colombia: Grupo de ayuda sostenible y biocomercio.
- Bolaños A. 2005, Introducción La Olericultura de las hortalizas más Importantes de la familia de las cucurbitáceas, pág. 166 autor publicado por EUNED



Chaboussou F. 2006 Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos.1 ed. Editora Expressao Popular.

Enciclopedia Terranova. 2001. Producción agrícola. 2 ed. Bogotá,

García S, 2009. Manejo integral de la nutrición en el cultivo de cucurbitáceas a campo abierto. Jalisco. México.

Gonzabay G, 2005 Proyecto de producción de sandía para exportación en la península de Santa Elena. La Libertad, Ecuador

Grupo de editores. 2007. Control de plagas y enfermedades en los cultivos. Bogotá- Colombia.

Guía de plagas y enfermedades de las cucurbitáceas 2005. Center for IPM, North Carolina State University; "1999 Insect and Disease Control Guide" y "2004 Florida Weed, Insect & Disease Control Manual" de Meister Media Worldwide, Helena® The Agronomy Guide 2005

Gutiérrez, E. 2014. Regeneración de una plantación de cacao fino de aroma, con la aplicación de una abonadura orgánica, podas de apertura y regeneración de plantas

Instituto Nacional de investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Guía para La Asistencia Técnica Agropecuaria para el Área de Influencia del Campo Experimental Valle de Culiacán, Serapio Rendón 83, Colonia San Rafael, 2003.

Jairo R, Julius H. 2013. Agricultura orgánica, fosfitos y panes de piedra. México Feriva S.A.

Matamoros A, Fundamentos de extensión agropecuaria

Oberti, A., Moccia, S. y Chiesa, A. 2007. Hacia una agricultura sustentable: sistema de producción e indicadores. Resumos do II Congresso Brasileiro



de Agroecología. Revista Brasileña de agroecología. Revista Brasileña de Agroecología, 2(1):1288-1291.

Restrepo, J y Pinheiro, S, 2011, Cromatografía, imagen de vida y destrucción del suelo. Cali-Colombia, Feriva S.A.

Restrepo, J. y Pinheiro, S. (2011). Agricultura orgánica harina de rocas y la salud del suelo al alcance de todos. (1ra ed.). Cali-Colombia: Feriva S.A.

Restrepo, J y Hensel, J (2013). El ABC de la agricultura orgánica fosfitos y panes de piedra.

Rivas, K. 2012. Guía ilustrada de especies agro diversas en el Ecuador. (1ra ed.). Cuenca-Ecuador: Centro gráfico Salesiano.

VÍNCULOS DE INTERNET

FAO. (2005). *Utilización de las rocas fosfóricas para una agricultura sostenible*, (1ra ed.). Disponible en: [//ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5053s/y5053s.pdf](http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/y5053s/y5053s.pdf)

Listas de descriptores del centro de recursos filogenéticos de INIA 1998 en Mirasol Carmona.

http://www.redandaluzadesemillas.org/IMG/pdf/libro_Ras_01oct

Marques G.2009. Racionalidad, Economía e Interdisciplinariedad. Buenos Aires. Argentina. <http://www.econ.uba.ar/www/servicios/bibliotecadigital>.

Colaboradores de Wikipedia. (2010)
http://es.wikipedia.org/wiki/Citrullus_lanatus

www.jardineriakuka.com

<http://www.jardineriakuka.com/sandia/6714-sandia-Charleston-Gray.html>

www.agroterra.com

<http://www.agroterra.com/cultivos/semillas.html>



Guía verde

<http://www.guiaverde.com/empresas>

<http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=lista%20de%20descriptores>.

Universidad de OSAKA, Japón, JICA, Curso de Horticultura Protegida 1998.

Guía Técnica Para El Cultivo De La “Sandía”.

(www.mag.gob.sv/administrador/archivos/1/file_1156.pdf)

Ministerio De Agricultura y Ganadería Del Ecuador, La Sandía

(www.sica.gov.ec/agronegocios.)

INFOAGRO, Las Plaga y Enfermedades de la sandía. Infojardín, 2005

(www.infojardin.com)

Manual del cultivo de la sandía (*Citrullus lanatus*) y melón (*Cucumis melo*).

http://www.cepoc.uchile.d/pdf/manual_cultivo_sandia_melon.pdf

Terranova Editores Ltda. p: 248-250. Vol. 1

www.esporus.org/recursos/articles/agrobiodiversitat/conservacion_rec_fitog_isaura_martin.pdf

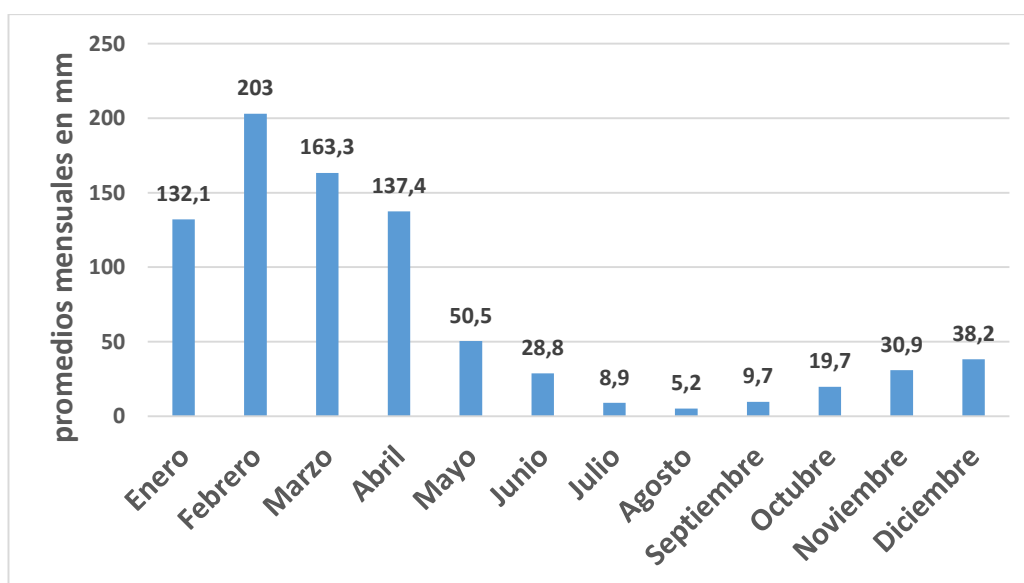
Zeven, A. C. y Wet, J. M. J. (1982). Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity. Ed. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Holanda. http://www.redandaluzadesemillas.org/IMG/pdf/libro_Ras_01oct



10. ANEXOS

Anexos 1. Datos de la precipitación en la estación La Cuca

Figura 57. Gráfico de precipitación del último año en la estación La Cuca



Fuente: Instituto geográfico militar

En el gráfico podemos observar que la época lluviosa empieza desde el mes de diciembre, alargándose hasta el mes de mayo y principios de junio.



Anexo 2. Contenido de nutrientes del bocashi

Cuadro 13. Contenido de nutrientes del bocashi

Nitrógeno %	1.18
Fósforo %	0.70
Potasio %	0.50
Calcio %	2.05
Magnesio %	0.21
Hierro (mg/l)	2.304
Manganeso (mg/l)	506
Zinc (mg/l)	61
Cobre (mg/l)	19
Boro (mg/l)	14

mg/l= ppm (partes por millón)

Fuente: (Rodríguez y Paniagua, 1994 en Jairo R, Julius H. 2013)



Anexo 3. Hoja de recolección de datos

Cuadro 14. Ficha de datos

Variedad	Forma del fruto	Color de la piel del fruto	Manchas en la piel	Color zona cortical	Espesor de la corteza	Color de la pulpa	Cicatriz pistilar	Longitud del fruto	Ancho del fruto	Color semilla en seco	Intensidad del color de la semilla	Longitud de la semilla	Peso de la semilla total del fruto	Peso de cien semillas	Sólidos solubles ° brix

Anexo 4. Estadística

Cuadro 15. Promedio de los tratamientos

TR	CO	BL	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8	V9
1	CG	1	2,80	35,50	46,00	4,25	32,50	9,45	9,00	4,90	6
1	CG	2	2,73	39,00	50,00	3,88	28,67	9,70	9,00	4,90	6
1	CG	3	2,75	36,00	47,50	3,43	34,50	9,65	9,00	4,90	6
1	CG	4	2,90	22,00	41,00	4,32	41,00	9,00	9,00	4,90	7
1	CG	5	3,00	42,50	53,00	4,91	33,00	9,50	9,00	4,90	6
2	CS	1	1,73	35,00	56,00	4,21	10,53	5,66	11,00	5,10	5
2	CS	2	2,00	42,33	65,67	7,12	10,53	5,82	11,00	5,11	5
2	CS	3	1,70	36,00	56,00	5,40	10,50	5,53	11,00	5,10	6
2	CS	4	1,90	32,00	56,00	3,70	10,70	5,20	11,00	5,10	6
2	CS	5	1,90	36,50	63,00	5,82	9,71	5,53	11,00	5,10	6
3	SB	1	1,20	27,67	55,67	2,21	9,51	4,94	9,00	5,70	5
3	SB	2	1,30	25,00	47,00	1,82	9,60	4,52	9,00	5,42	5
3	SB	3	1,20	22,50	43,50	1,39	10,05	5,25	9,00	5,63	5
3	SB	4	1,40	25,00	46,50	1,59	9,00	4,84	9,00	5,63	5
3	SB	5	1,50	33,00	62,50	2,82	10,50	4,88	9,00	5,63	6

Promedios de tratamientos:

CG	2,84	35,00	47,50	4,16	33,93	9,46	9,00	4,90	6
CS	1,85	36,37	59,33	5,25	10,39	5,55	11,00	5,10	6
SB	1,32	26,63	51,03	1,97	9,73	4,88	9,00	5,60	5

TR = tratamientos, CO = código, BL = bloques, V1 = espesor de la corteza, V2 = longitud del fruto, V2 = ancho del fruto, V3 = peso del fruto, V4 = peso de la semilla total del fruto, V5 = peso de 100 semillas, V6 = grados brix, V7 = pH, V8= número de hojas, V9 = largo de la hoja



Cuadro 16. Promedio de los tratamientos

V9	V10	V11	V12	V13	V14	V15	V16	V17	V18	V19	V20	V21
6	6,00	5,75	8,38	3	0,59	1,43	2,80	15,27	11,51	2	1,20	0,80
6	7,00	7,00	9,00	4	0,95	2,06	3,95	16,73	12,00	2	0,90	0,60
6	7,25	6,50	8,50	5	0,93	2,35	4,00	17,48	12,43	2	0,95	0,59
7	7,25	7,25	10,25	4	1,00	2,05	4,00	18,28	12,78	2	1,15	0,72
6	7,38	7,63	11,00	5	0,93	2,30	4,00	18,88	12,20	2	1,10	0,72
5	6,00	6,25	9,38	3	0,65	1,46	2,80	15,34	11,93	1	1,19	0,79
5	6,50	6,88	10,00	5	1,06	2,16	4,00	21,80	16,45	3	1,04	0,71
6	6,63	6,38	11,00	1	0,03	1,68	3,53	17,05	11,80	2	0,94	0,58
6	6,75	7,25	9,50	4	0,56	2,39	3,70	18,06	13,08	2	1,02	0,65
6	7,00	7,38	10,00	3	0,85	1,89	3,88	20,56	13,34	2	0,96	0,61
5	6,08	6,38	8,63	4	0,94	2,08	3,15	16,80	11,75	2	1,16	0,78
5	6,60	6,58	7,00	1	0,33	1,33	2,80	16,99	11,73	2	0,79	0,71
5	6,50	6,75	7,75	4	0,76	1,60	3,30	15,90	11,10	2	0,95	0,56
5	5,50	5,50	7,75	3	0,45	1,90	3,36	17,27	11,47	2	0,90	0,57
6	6,38	7,25	8,00	4	0,63	1,89	3,88	18,27	11,67	2	0,90	0,54

6	6,98	6,83	9,43	4	0,88	2,04	3,75	17,33	12,18	2	1,06	0,68
6	6,58	6,83	9,98	3	0,63	1,92	3,58	18,56	13,32	2	1,03	0,67
5	6,21	6,49	7,83	3	0,62	1,76	3,30	17,05	11,54	2	0,94	0,63

Fuente: Arias, D. 2013

V9 = número de hojas, V10 = largo de hoja, V11 = ancho de hoja, V12 = altura de la planta, V13 = número de guías, V14 = tamaño de guía a los 30 días, V15 = tamaño de guía a los 60 días, V16 = tamaño de guía a los 90 días, V17 = largo de la hoja, V18 = ancho de la hoja, V19 = número de frutos, V20 = largo de la semilla, V21 = ancho de la semilla.



Anexo 5. Homogeneidad de varianzas

Cuadro 17. Prueba de homogeneidad de varianzas

Variables	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Espesor de corteza	0,109	2	12	0,897
Longitud del fruto (cm)	0,836	2	12	0,457
Ancho del fruto (cm)	2,253	2	12	0,148
Peso del fruto (kg)	2,818	2	12	0,099
Peso de semilla total del fruto (gr)	4,184	2	12	0,042
Peso de 100 semillas	0,044	2	12	0,957
Número de hojas	0,821	2	12	0,463
Largo de hoja (cm)	0,277	2	12	0,763
Ancho de hoja (cm)	0,269	2	12	0,769
Altura de planta (cm)	3,026	2	12	0,086
Número de guías	0,424	2	12	0,664
Tamaño de guía 30 dds (m)	1,005	2	12	0,395
Tamaño de guía 60 dds (m)	0,102	2	12	0,903
Tamaño de guía 90 dds (m)	,225	2	12	0,802
Largo de la hoja (cm)	4,009	2	12	0,046
Ancho de la hoja toma (cm)	3,001	2	12	0,088
Número de frutos	2,667	2	12	0,110
Largo de la semilla (cm)	0,421	2	12	0,666
Ancho de la semilla (cm)	0,559	2	12	0,586

Fuente: Arias, D. 2013



Anexo 6. Prueba de significancia

Cuadro 18. Prueba de significancia

Efecto		Valor	F	Gl de la hipótesis	Gl del error	Sig.
Intersección	Traza de Pillai	1,000	58053,865 ^b	12,000	1,000	,003
	Lambda de Wilks	,000	58053,865 ^b	12,000	1,000	,003
	Traza de Hotelling	696646,385	58053,865 ^b	12,000	1,000	,003
	Raíz mayor de Roy	696646,385	58053,865 ^b	12,000	1,000	,003
V1	Traza de Pillai	1,997	118,889	24,000	4,000	,000
	Lambda de Wilks	,000	105,519 ^b	24,000	2,000	,009
	Traza de Hotelling	4494,096	,000	24,000	,000	.
	Raíz mayor de Roy	4103,889	683,982 ^c	12,000	2,000	,001

Fuente: Arias, D. 2013



Anexo 7. Análisis de ADEVA.

Cuadro 19 Cuadro de ADEVA univariante

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso del fruto kg

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	31,909 ^a	6	5,318	7,217	,007
Intersección	215,625	1	215,625	292,594	,000
BLOQUES	3,906	4	,977	1,325	,340
VARIEDAD	28,003	2	14,001	18,999	,001
Error	5,896	8	,737		
Total	253,429	15			
Total corregida	37,805	14			

a. R cuadrado = ,844 (R cuadrado corregida = ,727)

Fuente: Arias, D. 2013

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso semilla total fruto gr

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1925,577 ^a	6	320,930	44,589	,000
Intersección	4870,866	1	4870,866	676,746	,000
BLOQUES	25,253	4	6,313	,877	,518
VARIEDAD	1900,324	2	950,162	132,013	,000
Error	57,580	8	7,197		
Total	6854,023	15			
Total corregida	1983,157	14			

a. R cuadrado = ,971 (R cuadrado corregida = ,949)

Fuente: Arias, D. 2013



Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Peso de 100 semillas

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	61,486 ^a	6	10,248	189,365	,000
Intersección	659,552	1	659,552	12187,717	,000
BLOQUES	,361	4	,090	1,667	,249
VARIEDAD	61,125	2	30,563	564,761	,000
Error	,433	8	,054		
Total	721,472	15			
Total corregida	61,919	14			

a. R cuadrado = ,993 (R cuadrado corregida = ,988)

Fuente: Arias, D. 2013

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Variable dependiente: número de hojas

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3,867 ^a	6	,644	3,515	,052
Intersección	481,667	1	481,667	2627,273	,000
BLOQUES	1,333	4	,333	1,818	,219
VARIEDAD	2,533	2	1,267	6,909	,018
Error	1,467	8	,183		
Total	487,000	15			
Total corregida	5,333	14			

Fuente: Arias, D. 2013

Anexo 8. Análisis económico

Cuadro 20. Análisis costo beneficio

Variedad	Análisis de costo beneficio del cultivo de sandía					
	Número de plantas	Rendimiento kg/ha	Valor del rendimiento por ha \$	Costos de producción/ha \$	Beneficio neto \$	Porcentaje de rentabilidad %
Crimsoo Sweet	2500	26250	11812,5	4613	7199,5	60,94
Charleston Gray	2500	20775	9348,75	4613	4735,75	50,65
Sugar Baby	2500	9825	4421,25	4613	-191,75	-4,33

Fuente: Arias, D. 2013

Cuadro 21. Materiales directos

Materiales directos				
Detalle	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Semillas	Empaque de 2000	1	80	80
Abono	qq	60	1,5	90
Cascarilla de arroz	qq	60	1	60
Salvado de arroz	qq	3	16	48
Polvillo de carbón	qq	3	5	15
Melaza	galon	15	12	180
Sistema de riego	1	1	1000	1000
Azadillas	1	3	15	45
Palas	1	3	15	45
Turba	qq	20	8	160
Bomba	1	3	40	120
pH metro	1	1	50	50
Total				1893

Fuente: Arias, D. 2013

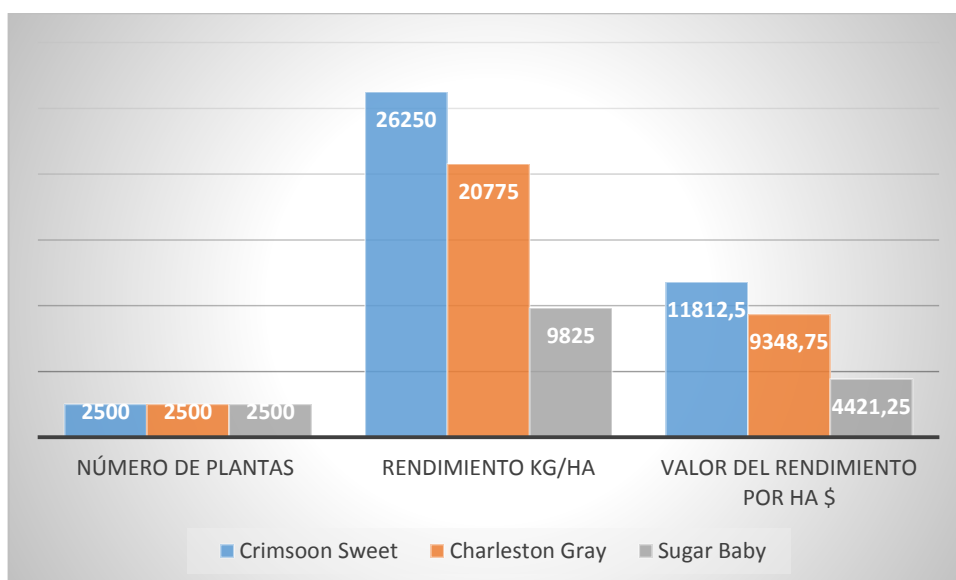
Cuadro 22. Mano de obra

Mano de obra directa				
Detalle	Meses	Cantidad	Costo unitario x mes	Costo Total
Jornaleros de planta	4	2	340	2720

Fuente: Arias, D. 2013

Anexo 9. Rendimiento por hectárea

Figura 58. Rendimiento kg/ha y valor del rendimiento ha



Fuente: Arias, D. 2013